Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians
Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens

Using a Geographic Information System to Evaluate the Effects of Shellfish Closures on Shellfish Leases, Aquaculture and Habitat Availability

John A. Legault

Habitat Management Division
Fisheries and Habitat Management Branch
DFO- Gulf Region

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences No. 1882E

September 1992

Fisheries and Oceans Pêches et Océans

Canada

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessous du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'Index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of
Fisheries and Aquatic Sciences 1882E

September 1992

Using a Geographic Information System to Evaluate the Effects of Shellfish Closure Zones on Shellfish Leases, Aquaculture and Habitat Availability

by
John A. Legault

Habitat Management Division
Fish and Habitat Management Branch
DFO - Gulf Region

prepared for

The Marine Atlantic Standing Sub-Committee on Habitat
(M.A.S.S.H.)
of the DFO Coordinating Committee for Atlantic Habitat Management
(C.C.A.H.M.)

© Minister of Supply and Services Canada 1992
Cat. No. Fs 97-6/1882E

ISSN 0706-6457

Correct Citation for this publication is:

Legault, J.A., 1992. Using a Geographic Information System to Evaluate the Effects of Shellfish Closure Zones on Shellfish Leases, Aquaculture and Habitat Availability. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.1882E: iv+10

93-00264/

Abstract

Legault, J.A., 1990. Using a Geographic Information System to Evaluate the Effects of Shellfish Closure Zones on Shellfish Leases, Aquaculture and Habitat Availability. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1882E: iv+10

A Geographic Information System is used to evaluate the extent to which the closure of shellfish areas due to bacterial contamination effects the shellfish industry in Eastern Prince Edward Island. The GIS system is used to detrmine the areas of shellfish growing leases, shellfish harvesting zones and contaminated closure zones. A comparison is made between the areas and an estimated value is determined. Due to lack of precise information the estimated total market value of the shellfish harvested in the area examined has a wide range between $7.2 and $0.22 million. The shellfish production from leases within closure zones has an approximate market value of $52,000. Further uses of the GIS are briefly explored, in particular, its use as a planning tool to avoid pollution sources and to assist in priorizing research surveys. The human and Departmental infrastructure for data collection and processing must be established and supported in order to operate an effective program using GIS technology .

Résumé

Legault, J.A. 1990. Évaluation des effets des interdictions de pêcher les mollusques sur les parcs coquilliers, l'aquiculture et l'habitat, au moyen d'un système d'information géographique. Rapp. tech. can. sci. halieu. aquat. 1882F: iv+10

Un système d'information géographique sert à évaluer la mesure dans laquelle l'interdiction de pêcher dans les secteurs coquilliers à cause de la contamination terrestre, a des effets sur l'industrie de la pêche des mollusques dans l'Est de l'Île-du-Prince-Édouard. Le SIG sert à délimiter les parcs coquilliers loués à bail, les secteurs de pêche de mollusques et les zones interdites en cas de contamination. On établit une comparaison des secteurs et on en détermine la valeur approximative. À cause du manque d'information précise, l'échelle de valeur est très étendue, soit entre 7,2 et 0,22 millions de dollars. La valeur approximative au marché de la production de mollusques dans les parcs coquilliers à bail, dans les zones interdites, est de 52000 dollars. On étudie brièvement d'autres possibilités d'utilisation du SIG, en particulier en tant qu'outil de planification permettant d'éviter les sources de pollution et d'aider à établir les priorités des levés de recherche. Il faut mettre en place les ressources humaines et l'infrastructure ministérielle nécessaires à la collecte et au traitement des données et en assurer le soutien pour pouvoir appliquer efficacement un programme ayant recours à la technologie du SIG.

PREFACE

Throughout Atlantic Canada municipal sewage is widely disposed of by direct discharge into the coastal zone without treatment so that the waters become contaminated to varying degrees with bacteria, viruses and toxic chemicals. Industrial discharges and agricultural runoff contribute to the problem. Molluscan shellfish—primarily oysters, soft-shell clams and mussels—live and grow by filtering food from the shallow intertidal waters in which they live. They are, therefore, prone to contamination when these waters become polluted. Based upon sanitary conditions and bacteriological water quality, specific growing areas sometimes have to be closed to protect human health. These closures affect both aquaculture operations and "wild" shellfish harvesting. Such action can have a ripple effect on the economy of a region, resulting in the loss of thousands of dollars to the fishery and contributing to unemployment, decreased tourism, and higher prices to consumers. The economic and social costs arising from lost shellfish harvesting opportunities in the Atlantic Zone pollution are not accurately known.

In 1988, the Coordinating Committee for Atlantic Habitat Management (CCAHM) developed a project through its Marine Atlantic Standing Subcommittee on Habitat (MASSH) to address this issue. This project, which was to be undertaken largely by contract and to cover the entire Atlantic zone, was planned to be completed in three stages as follows:

Stage 1 — Assemble, map and quantify data on shellfish stocks and harvesting sites within Atlantic Canada; determine the areal extent of shellfish closures; and assemble and map information on sewage pollution sources.

Stage 2 — Attribute economic and social costs arising from lost shellfish harvesting opportunities due to sewage, etc. pollution.

Stage 3 — Determine realistic alternatives to current sewage disposal and management practices that will ultimately lead to the lifting of closures.

In any event, sufficient funds were not forthcoming to fund this work. MASSH decided, therefore, to initially restrict the geographic scope of the study to part of the Atlantic zone and to undertake most of the work in-house. This first phase would, in effect, be a pilot phase in the expectation that the results would demonstrate the feasibility of the approach and hence facilitate the completion of the entire project as originally envisaged.

The first phase, which is the subject of this report, was centered in DFO's Gulf Region utilizing that Region's newly installed Geographic Information System (GIS). It is the conclusion of MASSH that the methodology of utilizing a Geographic Information System to address the shellfish closures issue has been successfully demonstrated through this project. This report includes recommendations for the adoption of the methodology by regions and others, e.g. the provinces. MASSH has facilitated the development of a technique to address the shellfish harvesting closures issue but it does not now see itself as the body to apply the technique throughout the Atlantic zone. This represents a change from the original intention, which envisaged that MASSH would actually undertake the project. It has become apparent as the initiative has progressed that MASSH is not structured, or funded, to "manage" a project such as this that involves extensive data collection, mapping, etc. What MASSH can do, as has been demonstrated in this instance, is to act as a catalyst in devising a technique or approach to address a problem. MASSH will still maintain an overall outlook on this issue, specifically with reference to the original objective of attributing economic and social costs arising from lost shellfish harvesting opportunities due to sewage and other pollution.

H.B. Nicholls, Chair
Marine Atlantic Standing Subcommittee on Habitat

Introduction

Every year, the Department of Fisheries and Oceans (DFO) closes shellfish beds throughout the Atlantic Provinces that are contaminated by bacteria, specifically fecal coliform. This is done after consultation with Environment Canada following USFDA and Canadian DFO and DOE guidelines (see footnote below). Environment Canada conducts annual sampling programs to determine the level of bacterial contamination. When the results are compiled, map coordinates are determined and areas of influence are closed to public and private shellfish harvesters. In some cases, conditional closures are designated restricting shellfish harvests during certain times of the year.

Often, these closure zones have an impact on fishermen who lease shellfish beds to raise shellfish for commercial markets. When their leases are included in a closure zone, they must relocate their animals to a clean area to depurate. This involves considerable effort on the part of the fisherman and increases the cost of his product. Further, the leases located in or near closure zones may also be suspect and the sales of their product may be jeopardized.

The possible causes of this contamination result from a combination of poor land and water use management, poor municipal planning, disfunctional sewerage systems and outdated environmental regulations.

DFO's Coordinating Committee for Atlantic Habitat Management (CCAHM) through its Marine Atlantic Standing Sub-Committee on Habitat (MASSH) funded a pilot study to quantify the shellfish habitat affected and the shellfish market lost or jeopardized as a result of designated closures. DFO's Gulf Region Geographic Information System (GIS) Project undertook this study to evaluate the shellfish leases, public beds and approved areas on the eastern coast of Prince Edward island. An additional part of this study was to identify potential point-sources of pollution to determine their relationship to the closure zones. The purpose of this study was to determine the ability of a computerized system to analyze data as data becomes available and required by the managers and to ask questions about the areas of concern and to use the computer to visually represent the data for decision makers.

The Pilot Project

The Gulf Region's GIS Project operates the CARIS (Computer Aided Resource Information System) developed in Fredericton, New Brunswick by Universal System Ltd. The system runs on a MicroVax II with only 300 Mbytes of disk space using the VMS operating system. The relational data base that CARIS uses is the INGRES data base. The size limitations of the hardware severely limited the capability of the system to fully handle all the information and maps already available as well as manipulating any new data that had to be entered.

Since this was a joint project in cooperation of Environment Canada, the data on approved shellfish zones, closure areas, and data on pollution sources was also input into a related data base. $9,000 was provided by MASSH to support the acquisition of data. Environment Canada provided data in digital and hardcopy form and the Gulf Region provided the digital maps, shellfish lease data and the expertise to put the information into the GIS and conduct the inquiry. However, the funding was insufficient to permit mapping and analysis of shellfish closures in the entire Atlantic zone and was therefore limited to the Eastern Coast of Prince Edward Island and focused on the Cardigan, Brudenell and Montague Rivers.

During the domoic acid crisis of 1987 (Addison and Stewart, 1989), all the shellfish leases on the eastern coast of Prince Edward Island and northeastern parts of New Brunswick were digitized into a GIS format. Further, information on lease owners in New Brunswick was also entered into a data base. Coastline, roads, and county division base maps, as well as the shellfish lease maps, were reformatted into CARIS and the textual data for Prince Edward Island leases was input into the INGRES data base system.

The resulting product of the GIS exercise was to be able to produce "on-demand" maps of the coastline and near shore, shellfish closure zones, shellfish approved zones, shellfish leases, land-based pollution sources (specifically, wastewater outfalls) and to further produce corresponding tables of data (e.g. on leases, the economic value of their production, and the impact of closure zones.

It is very important to recognize that in reality the approved zones for shellfish harvesting are not all suitable habitat for shellfish. Therefore the information extrapolated below is an over-estimate of production potential for the approved areas. The values presented are not true production estimates or economic levels. The data limitations do not permit this kind of detail. The purpose of this study was to show the capabilities and limitations of a GIS and the possibilities of using such a tool for the evaluation of habitat impacts.

Results

The maps and reports produced by the GIS all met the above criteria, with one qualifier. The system is not presently as user friendly as would be required if this were to be a routinely used tool. The faults are not with the technology but rather reflect hardware limitations and DFO's inexperience with GIS. Although a menu driven interface was developed to demonstrate the the system's ease of use when properly programmed, there was insufficient time to address all the possible data combinations and map queries possible. Therefore, this report restricts its scope to the feasibility of the GIS tool in the evaluation of the closures and their effects on values to the fishery and the market.

Fig. 1 indicates base map features such as the coastline. Base maps are available from many sources and at a variety of scales. Some will also include bathymetry, watersheds and topography, but at an added cost. In this case all that was required was the coastline, and some roads. Other features

---

The guidelines followed are: The National Shellfish Sanitation Program Manual of Operations part 1, 1989 revision USFDA and the Canadian Shellfish Program Manual of Operations Chap. 2 (DFO and DOE)

Fig. 1. The coastline base map of the east coast of Prince Edward Island.

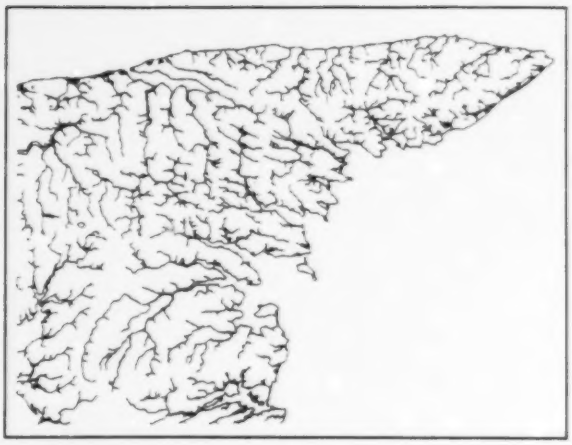

Fig. 2. The river systems data layer of eastern Prince Edward Island as generated by the G.I.S.

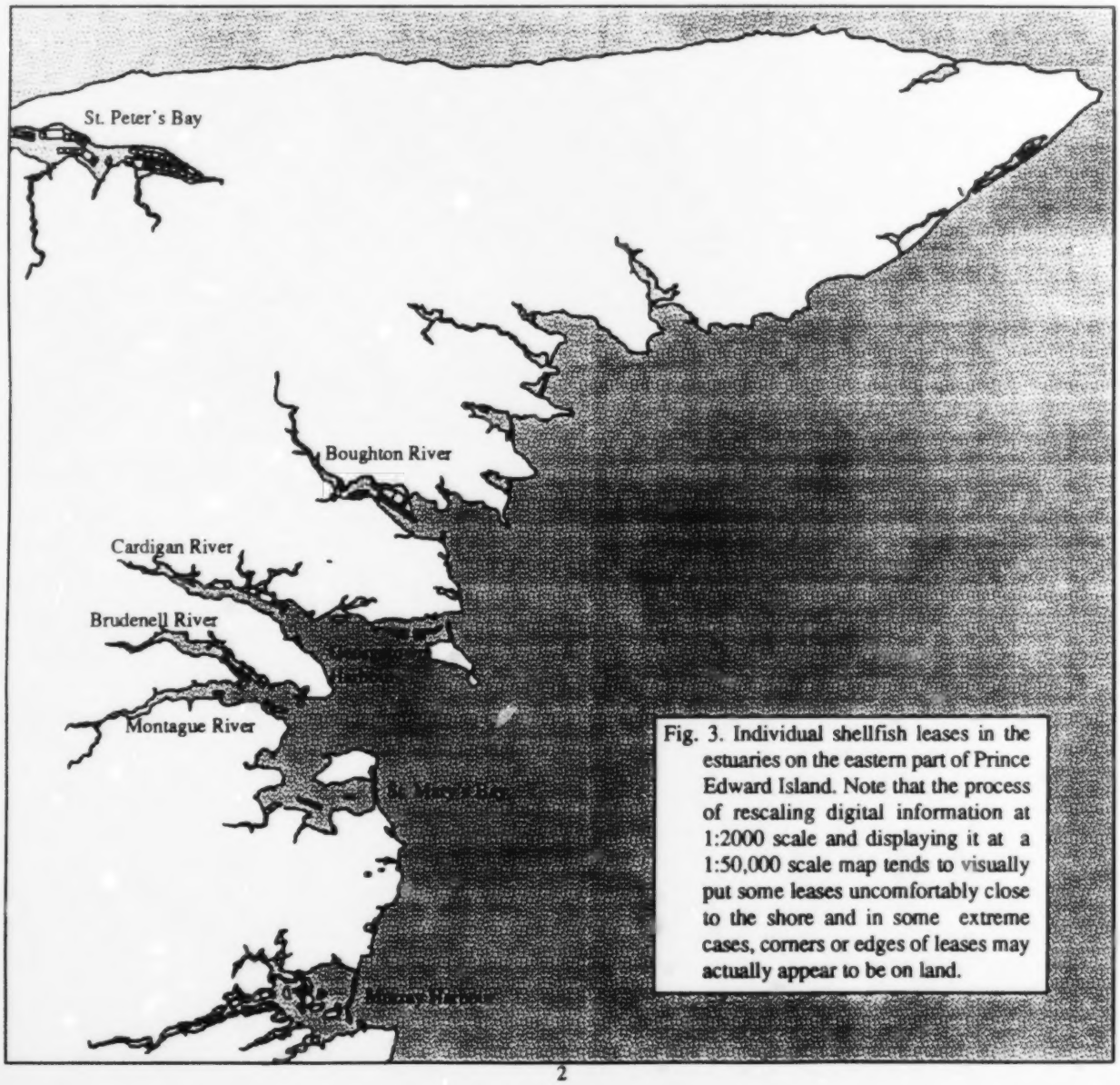

Fig. 3. Individual shellfish leases in the estuaries on the eastern part of Prince Edward Island. Note that the process of rescaling digital information at 1:2000 scale and displaying it at a 1:50,000 scale map tends to visually put some leases uncomfortably close to the shore and in some extreme cases, corners or edges of leases may actually appear to be on land.

were turned off. Should other features be desired, it is simple to turn the feature on and displaying the resulting map, as in Fig.2., which shows the individual river systems in the eastern part of Prince Edward Island.

Maps of the individual leases are shown in Fig. 3. This is an integrated compilation of individual 1:2000 scale maps taken from survey sketches with benchmarks, angles and distances from the benchmarks. These were digitized directly using the data from the drawings. The coordinates were then calculated and the individual lease maps were overlain onto a 1:50,000 scale map. The resulting map shows all the leases (data from Fisheries and Habitat Management Branch, DFO - 1987) on the eastern part of Prince Edward Island.

Another method of entering and displaying data is to enter only the latitude/longitude or Universal Transverse Mercator (UTM) coordinates. Through a small batch process the computer can draw lines between given sets of coordinates and, in this case, delineate the approved and closed shellfish zones. The digitized coastline associated with coordinates or which cross the line generated by joining the pairs of coordinates is cut and replicated to make an entire closed polygon for the "classified zone". Through further processing, shading or patterns can be added to the areas to make them stand out better. Fig. 4. demonstrates this by displaying only the classified shellfish harvesting areas.

Every year, Environment Canada produces such maps to indicate the opened, conditional and closed zones for shellfish harvesting in the Maritimes. The maps generated for this purpose are accurately hand drawn and shaded and printed for publication. The use of a GIS could greatly facilitate the drawing of these maps since all the data could be entered as coordinates only and revised annually by simply asking the system to redraw the maps and closure zones from existing and new data. Further, as new data on closure zones are collected, updates could be generated on request rather than once-a-year and the cost of sending revised copies of a binder of maps could be reduced. Updates simply could be added to existing books and binders and the cost spread out over the year.

To further assist a resource manager, the GIS has the capability of zooming-in to an area of interest to show more detail and facilitate the selection of features for data enquiries. Figs. 5 and 6 show such a manipulation. Fig. 5 is a close-up display of the Cardigan, Brudenell, Montague River estuaries. Imaginary lines have been generated to delineate the individual river mouths or watersheds. These lines permit the definition of polygons and calculation of the area of individual river systems from headwater to ocean. Four areas were delineated specifically for this project due to restrictions in the data base size and the hardware used: the Cardigan River Estuary, the Brudenell & Montague River Estuary and the Georgetown Harbour area. These areas are all within the approved shellfish harvesting zones.

Fig. 6. demonstrates how the closure zones can be drawn quickly by again inputting only the shoreline coordinates as either latitude/longitude or as UTM coordinates. Environment Canada could quickly generate the maps and reports they annually produce using this method to draw the closed, conditional and approved shellfish harvesting zones. Further, the Department of Fisheries & Oceans could analyze the trends and probable impacts upon the shellfish industry as a result of the closures using the GIS.

Overlaying the lease outlines onto the base map and the closure zones (Fig. 6) easily allows an observer to determine the extent of impact that a particular closure zone could have on the aquaculture operations in an area.

Using these maps, the GIS can also calculate the areas (ha) of each zone, or total all the areas in a Region. Tables can be generated to determine the differences between the two zone types. The following series of tables were generated through batch jobs on the GIS and output to an ascii file and reformatted for this report.

Data about the leases can be pulled out of related data bases such as ownership, species cultures and shellfish production levels (when available). It should be noted that the mapped information for the leases is from 1987 maps, yet the data for the leases are 1988 data. In some cases, there

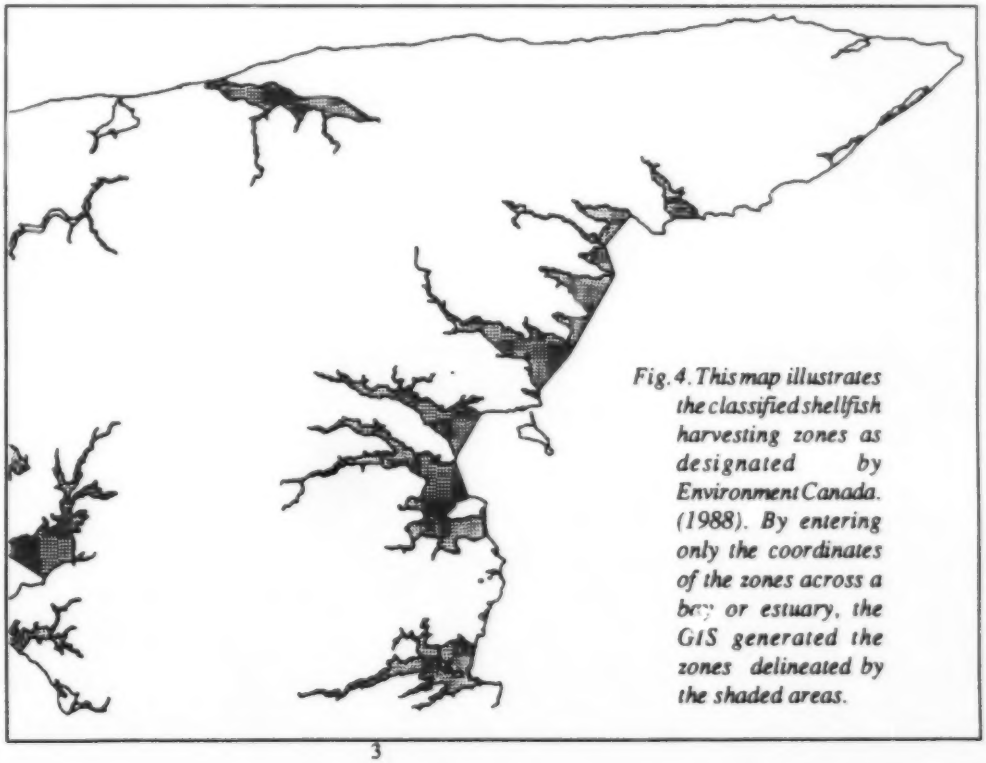

Fig. 4. This map illustrates the classified shellfish harvesting zones as designated by Environment Canada. (1988). By entering only the coordinates of the zones across a bay or estuary, the GIS generated the zones delineated by the shaded areas.

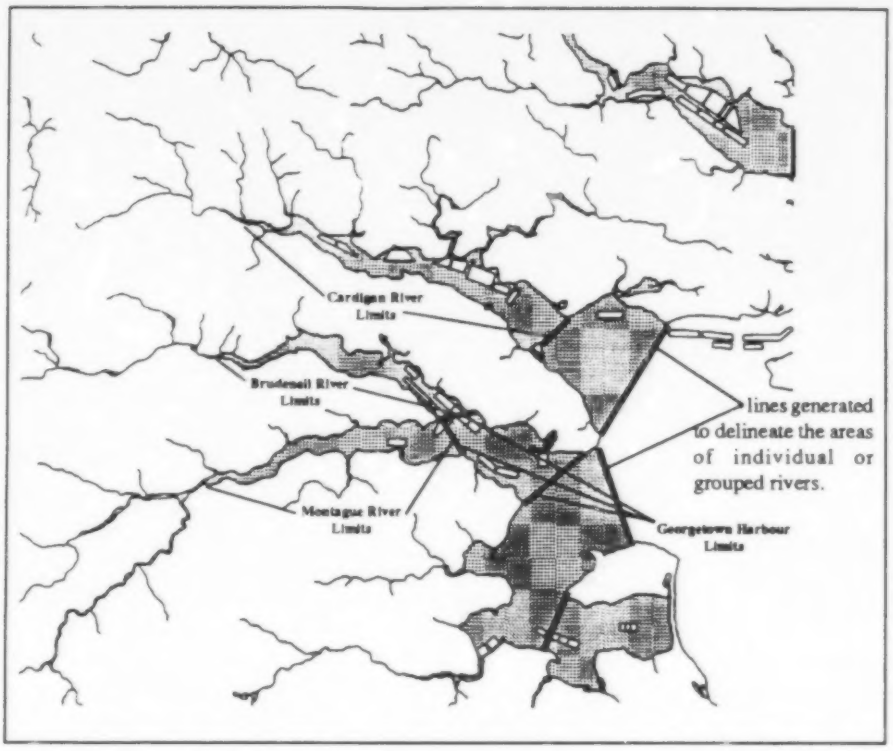

Fig. 5. Close-up of Cardigan, Brudenell and Montague River estuaries showing individual leases and the polygons defining the mouths of individual rivers and grouped rivers.

For the purposes of this project four main areas were delineated:

1. The Cardigan River Estuary
2. The Brudenell River Estuary
3. The Montague River Estuary
4. The Georgetown Harbour Area

Some of the lease areas actually comprise more than one individual lease, owned by the same individual but physically separate. The lines do not appear on these maps but the data is recorded for each sub-lease.

are lease maps without production data (the owner is not working his lease) and there are production data in the data base without mapped leases (from new leases being issued). Only those leases which are digitized and for which data were provided are represented to demonstrate the selection capabilities of the GIS. A list of leases for which one or the other pieces of data are missing could have been generated through a similar batch process.

Tables 1 and 2 are outputs that list the leases found in a designated area. The lease ID# is the Department's identifier assigned when the lease was granted. The area of the lease is calculated by the system when the lease is initially digitized and stored as an attribute of the polygon.

The lease production data, as collected by the Department, were not collected in a standard fashion over the years and often the lease production rates were expressed as boxes, barrels, lines, pounds and, recently, in kilograms. There is also no indication of the area a grower was using in his lease ... whether he was using, for example, half or a third of his lease area in any given year. Thus any extrapolation for the entire area based

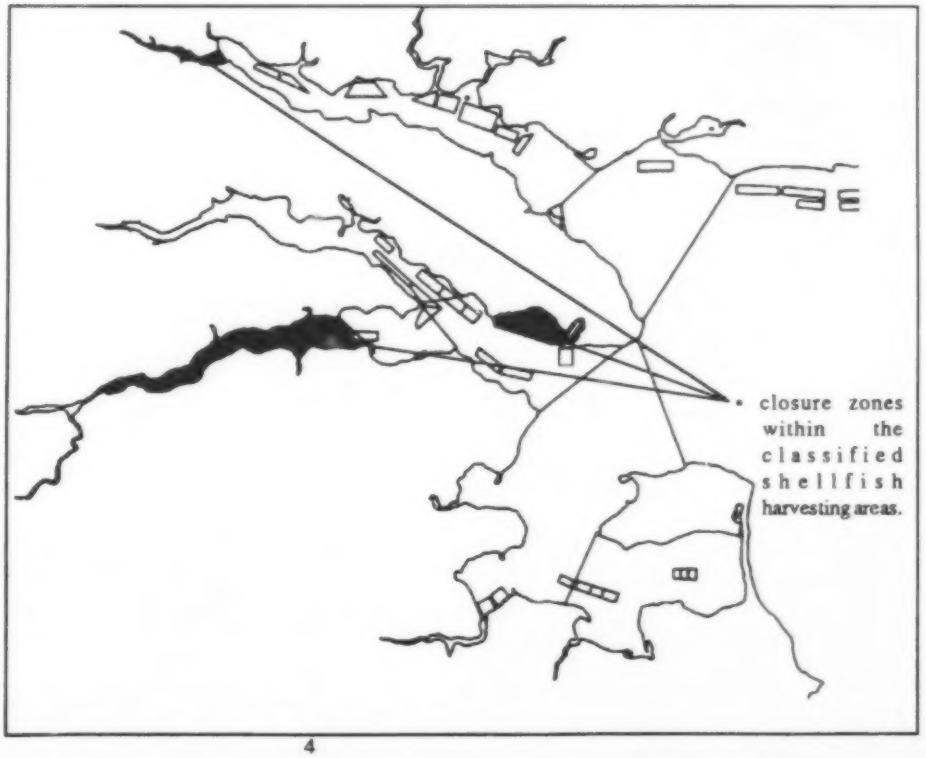

Fig. 6. Close up of the Cardigan, Brudenell and Montague estuaries indicating the closure lines delineated by Environment Canada (1988). These areas are classified as closed on the basis of E. coli contamination and proximity to harbours and wharves.

Table 1 - Estimated Production of Shellfish Leases in the Cardigan River

Lease I.D.	Area(ha)	Estimated Production (MT) High	Medium	Low
!10010	7.64	194.13	53.20	5.89
F023C	0.32	8.20	2.25	0.25
M-0117A	7.93	201.32	55.16	6.10
M-0117B	8.66	220.01	60.29	6.67
M-0117C	21.63	549.43	150.55	16.66
M-0121A	9.11	231.32	63.38	7.01
M-0121B	14.35	364.57	99.90	11.05
M-0163	31.56	801.73	219.69	24.30
M-0225	10.05	255.35	69.97	7.74
M-0258	15.73	399.59	109.49	12.11
Grand Totals:				
N:	10			
Sum:	126.99	3225.65	883.88	97.79
Avg:	12.70			

on the reported harvest of the aquaculture operator probably results in an underestimate of the production. It is also very tricky to provide an actual dollar value to the fishery lost to a closure zone. Sales are not registered per lease as such by the Department and market values vary during the season depending on quality of product, season and demand. Thus, rather than expressing the market value of the fishery lost as a result of the closure, it would be more realistic to discuss the areas (ie. the leases as % of the total closure zone) affected.

For the purposes of this report, published producion rates of wild oyster beds in the Dunk River (Sephton & Bryan, 1989) were used to roughly calculate the lease production in the Cardigan and Brudenell and Montague Rivers. It must be emphasized that this **is not** representative of the true species production rates in the areas under review. The values are being used strictly as an exercise to demonstrate the capabilities of a GIS should actual data be available. In the study, three production rates were qualified - **High** (25.4

Table 2 - Estimated Production of Shellfish Leases in the Brudenell & Montague Rivers

Lease I.D.	Area(ha)	Estimated Production (MT) High	Medium	Low
!10001	11.36	288.44	79.04	8.74
!10002	0.31	7.87	2.16	0.24
4949	1.32	33.60	9.21	1.02
5974	1.84	46.76	12.81	1.42
M-0048	12.14	308.25	84.47	9.34
M-0052	11.75	298.37	81.76	9.05
M-0080	11.88	301.85	82.71	9.15
M-0100	11.15	283.34	77.64	8.59
M-0274A	13.36	339.29	92.97	10.29
M-0274B	7.20	183.01	50.15	5.55
M-0278	14.58	370.38	101.49	11.23
M-0285	8.73	221.79	60.77	6.72
M-0287	4.63	117.55	32.21	3.56
M-0295	10.30	261.49	71.65	7.93
M-0304	12.10	307.37	84.22	9.32
Grand Totals:				
N:	15			
Sum:	132.65	3369.39	923.26	102.14
Avg:	8.84			

Table 3 - Estimated Potential Production of Classified Growing Areas in the Cardigan River

Shellfish Growing Area Size (ha)	Estimated Production(MT) High 25.4MT/ha	Medium 6.96 MT/ha	Low .77 MT/ha
CARDIGAN RIVER			
845.7	21479.9	5885.8	651.2
Grand Totals:			
Sum:			
845.7	21479.9	5885.8	651.2

Metric Tons per hectare); **Medium** (6.96 MT/ha) and **Low** (0.77 MT/ha). Tables 1 and 2 are also examples of summaries of the individual lease annual productions in selected rivers (in this case the Cardigan, Brudenell & Montague Rivers) using the above biomass production rate values but do not give an indication of the actual dollar value of the shellfish.

In the Cardigan River estuary, 10 leases represent a total area of 126.99 hectares with a potential production range from 97.8 to 3225.65 Metric Tons per year. The results for the 15 Brudenell/Montague estuary leases with a combined area of 132.65 hectares range from 102.1 to 3369 MT/y.

It is assumed that the value for the highest production rates is likely applicable to the shellfish leases since these are areas that are artificially enhanced and "cared for" as opposed to wild stocks, even though it is conceivable that lower rates are possible. Much of these data-gap problems can be overcome through better data collection and reporting by the fishermen. The scope of this work did not permit this extensive kind of data proofing.

Tables 3 and 4 represent the potential production of the classified growing zones, as defined by Environment Canada (1988). The areas were then selected as part of the

Table 4 - Estimated Potential Production of Classified Growing Areas in the Brudenell, Montague Rivers and Georgetown Harbour

Shellfish Growing Area Size (ha)	Estimated Production(MT) High 25.4MT/ha	Medium 6.96 MT/ha	Low .77 MT/ha
BRUDENELL RIVER			
403.5	10247.9	2808.1	310.7
GEORGETOWN HARBOUR*			
519.9	13204.6	3618.3	400.3
MONTAGUE RIVER			
495.6	12588.6	3449.5	381.6
Grand Totals:			
Sum:			
1418.9	36041.1	9875.8	1092.6

* See figure 5 for the limits used to calculate the area of Georgetown Harbour.

river system of concern. For example, the classified zone for the Cardigan River is that area delineated in Fig. 5 lying within the Cardigan River Limits.

Therefore, in Table 3, the classified zone in the Cardigan River actually encompasses the entire river area and is equal to 845.7 hectares with a potential production range from 651.2 to 21479.9 Metric Tons.

Similarly, Table 4 shows the area and production range of several delineated areas in the Brudenell and Montague River Estuary including the area bounded by the Georgetown Harbour. The total area and production range for this region is 1418.9 hectares and 1092.6 to 36041.1 Metric Tons respectively.

Comparing Table 1 and Table 3, the lease production can be up to 15% of the total approved area production. At the extreme end, the total lease production could actually exceed that of the rest of the approved area should the latter be producing at the wild low production rate. This holds true for the Brudenell/Montague River systems as well.

Tables 5 & 6 tabulate the areas of the closure zones as defined by Environment Canada (1988), with a total area of 29.54 ha. In the Brudenell/Montague systems there are 2 areas, one that closes almost half of the Montague River and one that follows the northern shore of Georgetown Harbour. The entire closed areas form a total of 376.3 ha. These latter closure zones are a significant portion of the entire productive area for the Brudenell/Montague area, comprising up to 27% the available growing area. On the other hand, if you look at the entire Cardigan, Brudenell and Montague systems together, the closures represent approximately 18% and the leases themselves only 11.5% of the total classified zone. The leases affected by closure zones of the Cardigan, Brudenell & Montague systems, (see Table 7) represent only 0.3% of the total area and production.

Table 5 - Estimated Potential Production of Selected Shellfish Closure Areas in the Cardigan River Estuary

Shellfish Closure Area Size (ha)	Estimated Production(MT) High 25.4MT/ha	Medium 6.96 MT/ha	Low .77 MT/ha
CARDIGAN RIVER CLOSURE ZONE			
29.54	750.42	205.63	22.75
Grand Totals:			
N: 1			
Sum: 29.54	750.42	205.63	22.75

Table 6 - Estimated Potential Production of Selected Shellfish Closure Areas in the Montague River and Georgetown Harbour

Shellfish Closure Area Size (ha)	Estimated Production(MT) High 25.4MT/ha	Medium 6.96 MT/ha	Low .77 MT/ha
GEORGETOWN HARBOUR CLOSURE ZONE			
86.88	2206.78	604.69	66.90
MONTAGUE RIVER CLOSURE ZONE 1			
289.42	7351.37	2014.39	222.86
Grand Totals:			
Sum: 376.30	9558.15	2619.08	289.76

Discussion

Geographic Information Systems are, by their very definition designed to manipulate data into quickly interpretable information. Further, the data base manipulations and selective data extractions complement the decision support systems that now exist, making them more efficient and comprehensive. Such a system can provide a thorough assessment of closure zones and the potential impacts on the shellfish fishery throughout the Gulf Region and, for that matter, the Maritimes.

On average, fishermen receive from buyers approximately $0.50 / pound for cultured mussels (Gulf Region Statistics Branch, personal communications) (generally oysters will be higher and clams lower, depending on the season and the shellfish quality). The following discussion regarding the value of the shellfish industry applies to the Cardigan, Brudenell and Montague systems. Using the total production values from Table 1 & 2 for the leases, there are 6,594 MT in the High areas.

If 1 MT= aprox. 2200 lbs

Buyers pay approx. $1,100 per MT

therefore 6594 MT x $1,100 = $7.2 million

Applying this value to the shellfish industry in the above mentioned area, the value of the cultured fishery (leases only) can be approximated between $7.2 million at the high production rate and $0.22 million at the low end.

Table 7 - Leases within the Cardigan, Brudenell and Montague River Closure Zones.

Lease Number	Owner	Owner Address	Lease Location	Area (ha)	Estimated Production(MT) High 25.4 MT/ha	Medium 6.96 MT/ha	Low .77 MT/ha
M-0287	(Classified data)	Georgetown, P.E.I. C0A 1L0	Georgetown	4.63	117.6	32.21	3.56
M-0295	(Classified data)	Lower Montague, P.E.I. C0A 1R0	Montague	10.3*(2.25)	261.6(57.2)	71.65(15.7)	7.93(1.73)
			Closure Totals	14.93	379.2(174.8)	103.9(47.9)	11.49(5.29)

* 2.25 ha are in the closure zone and 8.065 ha are unaffected by closure

Table 8 - Report on Agricultural Activities in the Cardigan, Brudenell and Montague River

Type	Watershed	Location	UTM Coordinates
BEEF	BRUDENELL-CARDIGAN		529100.0,5115800.0
BEEF	BRUDENELL-CARDIGAN		528500.0,5117800.0
BEEF	BRUDENELL-CARDIGAN		526200.0,5117700.0
DAIRY	BRUDENELL-CARDIGAN		527400.0,5120800.0
DAIRY	BRUDENELL-CARDIGAN		524100.0,5117100.0
DAIRY	BRUDENELL-CARDIGAN		524800.0,5117500.0
DAIRY	BRUDENELL-CARDIGAN		530800.0,5118500.0
DAIRY	BRUDENELL-CARDIGAN		537300.0,5114800.0
DAIRY	BRUDENELL-CARDIGAN		537100.0,5114800.0
FOX	BRUDENELL-CARDIGAN		537600.0,5114700.0
HOGS	BRUDENELL-CARDIGAN		537400.0,5114700.0
HOGS	BRUDENELL-CARDIGAN		529100.0,5115500.0
HOGS	BRUDENELL-CARDIGAN		528500.0,5117800.0
HOGS	BRUDENELL-CARDIGAN		525100.0,5117200.0
HOGS	BRUDENELL-CARDIGAN		527600.0,5120800.0
HOGS	BRUDENELL-CARDIGAN		524300.0,5122100.0
BEEF	MONTAGUE	LOWER MONTAGUE	529000.0,5112100.0
DAIRY	MONTAGUE	UNION ROAD	523500.0,5113800.0
FOX	MONTAGUE	LOWER MONTAGUE	534100.0,5112200.0
FOX	MONTAGUE	MONTAGUE	527000.0,5113800.0
FOX	MONTAGUE	BRUDENELL	529800.0,5113400.0
FOX	MONTAGUE		525300.0,5110900.0
FOX	MONTAGUE		525400.0,5110700.0
HOG	MONTAGUE	LOWER MONTAGUE	530800.0,5112500.0
TOBACCO	MONTAGUE	BRUDENELL	531000.0,5118000.0

N: = 25

* Data provided by Environment Canada, Inland Waters, Water Planning and Management, Atlantic Region

Obviously, not all shellfish leases produce at the same rate and a reasonable estimate could be the Medium estimate of $1.98 million.

If, using the formula:

Approved Zone - Leases = Wild

and the wild production rate is closer to the Low value, then the value of the wild shellfish fishery is in the order of $1.6 million. However, the nature of this wild fishery is recreational for public use and probably never realizes this market value. The cultured operations alone are potentially of more economic value than the wild fishery. The wild fishery, on the other hand, is probably more valuable aesthetically than the culture operations. The closure zones impact more on the wild fishery than on the leases and effectively remove $0.34 million (roughly 21% of the entire value for the classified zones ... see results on page 7) whereas the leases that lie within the closure zones were estimated (using the medium production rate) to have a

Fig. 7. Map of the Cardigan, Brudenell and Montague River Systems showing the locations of known and possible pollution sources such as effluent discharge pipes, farms and dump sites within their watersheds. Note the proximity of leases to some of the outfalls.

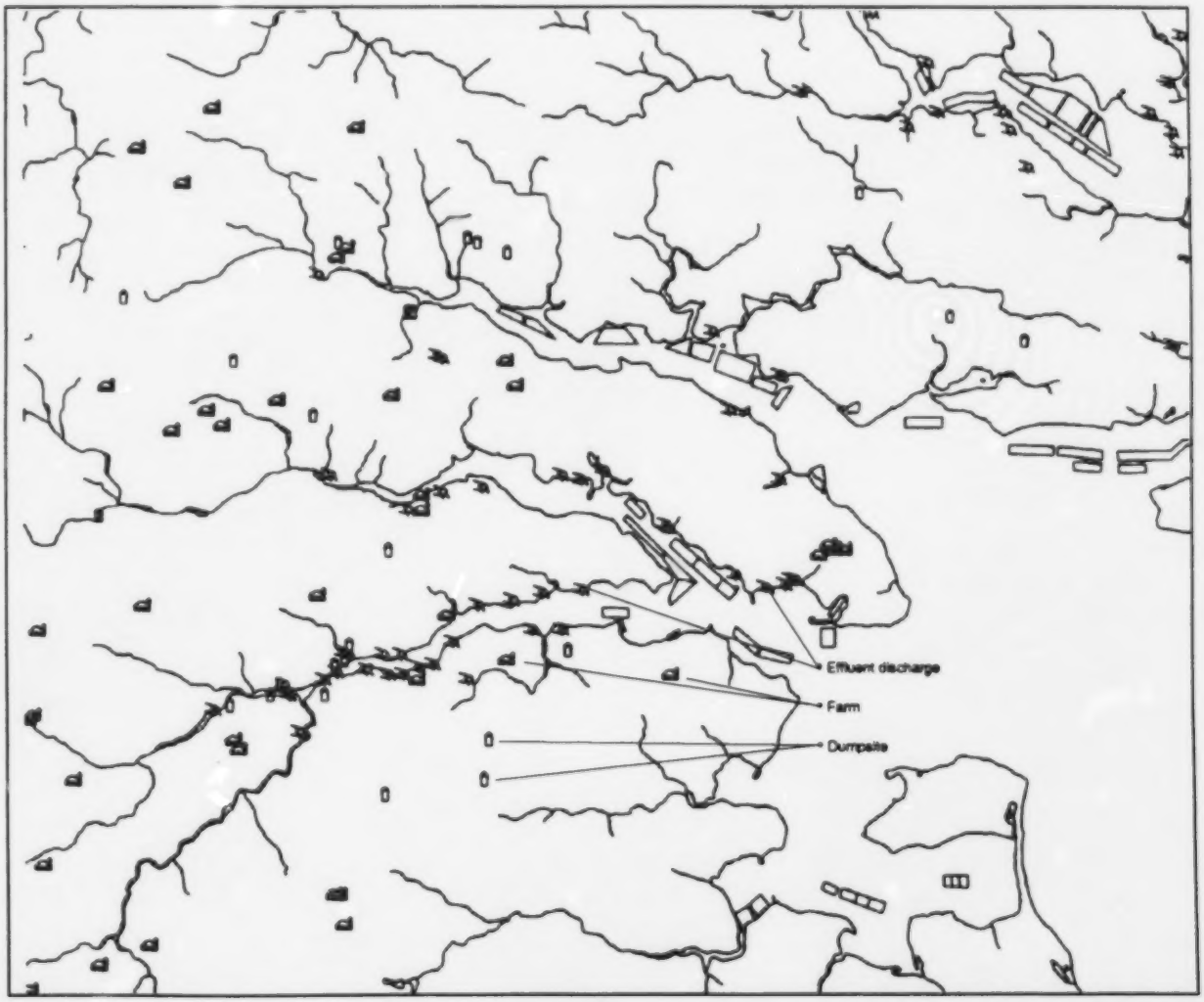

Table 9 - Report on known and potential pollution sources in the Cardigan, Brudenell and Montague River

Prov	UTM Coordinates E.	N	Source Type	Description
PE	527100	5112100	R	Stormwater drainage near Rt.4 bridge
PE	526400	5111800	DR	Drainage at highway bridge
PE	536300	5118200	LE	Small general store with ST/DF - approx.30m
PE	534950	5119100	LE	Group of four cottages with ST/DFs - pprox.75
PE	527000	5120250	LE	Cardigan Fish Culture Station: - ST/DF for
PE	529500	5118550	LE	Four-unit Motel with ST/DF - approx.20m from
PE	529400	5118800	LE	Service station and Salty Dog Seafoods Ltd.
PE	535300	5117500	LE	Group of 10 cottages with common - ST/DF at
PE	536300	5118100	LE	Group of three cottages with - ST/DFs located
PE	534000	5115200	LE	Group of six cottages at Doctor's - Point;
PE	532750	5116300	LE	Brudenell Campsite trailer dumping station;
PE	532300	5113900	LE	Group of four cottages; ST/DFs - approx.20m
PE	531500	5113850	LE	Group of four cottages; ST/DFs - approx.25m
PE	530900	5113700	LE	Group of seven cottages; ST/DFs - approx.30m
PE	530200	5113600	LE	Group of five cottages; ST/DFs - approx.30m
PE	528850	5112600	LE	Group of two cottages; ST/DFs - approx.30m fro
PE	528300	5112600	LE	Group of eight cottages; ST/DFs - approx.30m
PE	526300	5112000	LE	Group of five small homes along - (<20m) shore
PE	528400	5112200	LE	Group of four cottages; ST/DFs - approx.30m
PE	528700	5112200	LE	Group of six cottages; ST/DFs - approx.25m fro
PE	529000	5112350	LE	Group of four cottages; ST/DFs - approx.20m
PE	529300	5112400	LE	Group of five cottages; ST/DFs - approx.25m
PE	529700	5112850	LE	Group of seven cottages; ST/DFs - approx.30m
PE	531300	5113100	LE	Group of five cottages; ST/DFs - approx.20m
PE	531800	5113100	LE	Group of four cottages; ST/DFs - approx.20m
PE	535400	5114200	LS	Lift Station with 24in CSP overflow pipe;
PE	531900	5116200	NP	General runoff and recreational access from
PE	527250	5116200	NP	Farm near Dewars Pond; no evidence of animal
PE	528800	5115500	NP	Tobacco Farm; possible contamination from
PE	529500	5115850	NP	Tobacco Farm; possible contamination from
PE	530300	5115950	NP	Tobacco Farm; possible contamination from
PE	524800	5111500	NP	Surface runoff to Knox Pond
PE	536500	5114100	PI	Marine Harvesting Ltd. aquaculture plant;
PE	526800	5111050	RI	Valleyfield River; numerous agricultural
PE	536600	5114100	TP	Georgetown waste stabilization pond:
PE	532300	5116100	TP	Brudenell Park treatment system: extended
PE	527500	5112650	TP	Langley Fruit Packers treatment system:
PE	527950	5112300	TP	Montague Wastewater treatment system:
PE	536400	5114000	WV	Georgetown Shipyard; three vessels present a
PE	536000	5113950	WV	Coast Guard Marine Terminal; two vessels
PE	527350	5112250	WV	Montague wharf; 15 vessels present
PE	530000	5112100	XX	Cardigan Regional Sanitary Landfill:

* Data provided by Environment Canada, Environmental Control Branch, Industrial & Shellfish Programs Division, Atlantic Region.

value of only $52,690.

This does not mean that the shellfish leases within the closure zones are minimal and that the closure zones do not have a significant impact. The closure zones are increasing, not decreasing, in their extent and it may not always be a result of fecal coliform concentrations. Culture operations are going to increase as well and the search for suitable habitat will have to be done so as to give the potential operator all possible chances to succeed.

Rather than treating the symptom of polluted waters and contaminated shellfish by simply restricting fishing activities, resource managers and regulators would probably most like to examine the possible sources of the problems, much of which are land-based, and attempt to mitigate the problem at the source. Figure 7 shows the land-basedwastewater discharges, farms and dump sites as represented by symbols on the map. The data received from Environment Canada did not include all the data that are associated with each pollution source.

Tables 8, 9 and 10 are reports generated from the data received from Environment Canada. As can be seen, the data have corresponding UTM coordinates which facilitated placing the symbols on the lease base maps and their spatial relationships could be quickly determined. The colour version of this map differentiates the types of activities. The farms are distinguished as to whether they are dairy, pig or poultry by their colour on the map. The effluent discharge pipes are also coloured to be distinguished by their effluent type. The dump sites are colour classified as to whether they are operational, closed or destined for clean-up.

The sources of the various types of effluent can allow managers to pin-point potential problem areas and conduct further investigations. Mapping water sources, drainage, topography, geological structures and land use can further allow managers to work with proponents and owners of these sites to mitigate and altogether prevent contamination.

The major problem in the realization of the use of a Geographic Information System is the cost involved in its implementation. The actual purchase of a system can range between $25,000 (in 1991 dollars) for a PC version with limited capabilities to a full blown mainframe system costing over $1 million. However, anyone within the industry will maintain that the purchase of the system is only the up front visible cost. The true cost and the value of the system lies in

Table 10 - Report on Waste Disposal Sites in the Cardigan, Brudenell and Montague River

Location Code	Watershed	UTM Coordinates	Approved	Active	Priority	On-site Hazards:
KA16	CARDIGAN-BRUDENELL	528400.0,5114700.0	NO	NO		
K56	CARDIGAN-BRUDENELL	526900.0,5117400.0	NO	NO	1	CHEM CONT OS; NEAR SURFACE WATERWAY
K46	CARDIGAN-BRUDENELL	530000.0,5121000.0	YES	YES	1	CHEM CONT OS; NEAR SURFACE WATERWAY
KA3	CARDIGAN-BRUDENELL	527400.0,5120900.0	NO	NO	2	CHEM CONT OS; NEAR SURFACE WATERWAY
KA35	CARDIGAN-BRUDENELL	528900.0,5119500.0	NO	NO	2	NEAR SURFACE WATERWAY
KA42	CARDIGAN-BRUDENELL	530200.0,5120900.0	YES	YES	2	NEAR SURFACE WATERWAY
K43	CARDIGAN-BRUDENELL	539700.0,5119400.0	NO	NO	3	
K47	CARDIGAN-BRUDENELL	530800.0,5120700.0	NO	NO	3	
KA14	CARDIGAN-BRUDENELL	537900.0,5121900.0	NO	NO	3	NEAR SURFACE WATERWAY
KA41	CARDIGAN-BRUDENELL	528800.0,5119500.0	YES	YES	3	
K56	MONTAGUE/VALLEYFIELD	527800.0,5112800.0	NO	YES	1	CHEM. CONTAINERS ON SITE; NEAR SURFACE WATERWAY
KA28	MONTAGUE/VALLEYFIELD	527500.0,5112500.0	NO	YES	1	
KA26	MONTAGUE/VALLEYFIELD	526200.0,5112000.0	NO	YES	2	SITE LOCATED CLOSE TO SURFACE WATER
KA36	MONTAGUE/VALLEYFIELD	528300.0,5109800.0	NO	YES	2	SITE LOCATED CLOSE TO SURFACE WATER
KA37	MONTAGUE/VALLEYFIELD	530400.0,5110800.0	NO	YES	2	CHEMICAL CONTAINERS ON SITE
KA43	MONTAGUE/VALLEYFIELD	525200.0,5111800.0	NO	YES	2	CHEM. CONTAINERS ON SITE; NEAR SURFACE WATERWAY
KA7	MONTAGUE/VALLEYFIELD	532000.0,5112700.0	NO	YES	2	CHEMICAL CONTAINERS ON SITE
K57	MONTAGUE/VALLEYFIELD	525300.0, 51.1e+06	NO	YES	3	
K60	MONTAGUE/VALLEYFIELD	530300.0,5110100.0	NO	YES	3	CHEMICAL CONTAINERS ON SITE
KA27	MONTAGUE/VALLEYFIELD	527300.0,5112400.0	NO	YES	3	CHEMICAL CONTAINERS ON SITE
KA29	MONTAGUE/VALLEYFIELD	527100.0,5111800.0	NO	YES	3	
KA30	MONTAGUE/VALLEYFIELD	529000.0,5111800.0	NO	YES	3	

n:=22

* Data provided by Environment Canada

the capture, storage and availability of the data. What is missing in many government departments is the infrastructure to implement and provide real-time data to the users who have access to such a system. For example, to provide this demonstration, data were collected from many sources, from maps digitized for the domoic acid crisis of 1987 and shellfish lease information from the Gulf region's Resource Allocation Division, with data from 1987 and 1988, much of which were not in digital form and had to be entered manually. Further, data for the closures and approved shellfish zones were taken from 1988 publications from Environment Canada which include the UTM coordinates of the land reference points defining the approved, conditional and closed classification. The data on pollution sources also came from Environment Canada as an ASCII digital file from an off-line computer data base. Acquisition, reformat and data entry were the costs of conducting this mini-project and the total came to over $9,000. If all of these data points were in digital format on a data base, these zones could quickly be plotted and made available on an ad hoc basis by the end-user at a much lower cost.

The project was further limited by the hardware available to run the GIS and the lack of personnel (only two individuals were available to collect, reformat, enter and manipulate these data and prepare the report). Further monies were required to hire a data entry clerk and acquire and transport computer equipment to present a demonstration of the project at the Bedford Institute of Oceanography (B.I.O.) in March 1990.

The New Brunswick government, at the prompting of its Department of Fisheries & Aquaculture, has initiated an Memorandum of Understanding on data exchange with DFO, specifically for the use within their Geographic Information System. They have been given the responsibility for managing and allocating the shellfish and aquaculture leases in the Province and they would like to have the data on the shellfish leases that the Department has already digitized. This can already give an indication that data, when properly managed and organized, are a valuable asset and a GIS makes those data even more valuable.

Recommendations:

One of the major problems encountered in this study was the diversified and inconsistent nature of data that exist within DFO and elsewhere. An agency or Department wishing to pursue a GIS management strategy must put into place the required financial and human infrastructure to support the data capture and data base management. Below are the steps that must be taken to implement any program that is to use a GIS:

First: define the problem.

Second: determine the data that are required to solve the problem.

Third: ascertain the sources of the data (those organizations, agencies or government departments whose mandate it is to collect the data) and its format.

Fourth: evaluate the data compatibility, quality and completeness.

Fifth: negotiate the availability of the data and transfer formats .

An agency / department such as DFO must look seriously at its data acquisition and encourage the proper use of data base management systems to store and disseminate its data. Too many data are tied up in spreadsheets, makeshift ASCII data storage formats and in 'hardcopy only' format. Much survey and cruise data sit in hardcopy or data discs because the scientist has not had time to massage, edit, or publish the data. Although the data may not be of immediate value to the scientist, or it may be of secondary importance to the actual research, it may be valuable to another agency or scientist.

A system must be developed to give the collecting scientist or manager proper credit for the use of his data in much the same way that credit is given for publications. This issue is essential since much of the data are considered proprietary and not available because technical or other publications have not been completed. This can seriously delay the release of data and jeopardize the value of real-time ad hoc queries to a GIS The credit system could be such that the more users there are of the data, the more valuable the data become and it could conceivably approach the value of a primary publication. This could, in turn, encourage scientists to massage and make their data available sooner.

The actual GIS purchased is irrelevant as long as it meets the needs of the manager and the end-user for map and data presentation and manipulation. However, whatever system is acquired or in use, the agency / department must allocate sufficient resources (financial and human) to its function and operation in order for it to be effective. This resourcing cannot be overlooked and the system cannot be run casually like a word processor or spreadsheet operation. It is labour and time intensive but in the end, the results in time savings and the thoroughness of data analysis justify the expenditure.

Conclusion

Geographic Information Systems are being increasingly used in managing resources and data. A GIS can be used, as defined by this pilot project, for the determination of the effects of closure zones on the shellfish industry (or other human impacts on any other resource industry). It is, however, essential that the infrastructure to deal with the collection and dissemination of large amounts of data must first be in place.

Credits

Many thanks to Albert Vromans for his assistance in the actual operation of the CARIS and the menu interface and Suzanne Brun for the timely completion of the data entry.

I wish to also thank the members of the MASSH committee for providing the opportunity to put the Gulf Region GIS through it paces and the many comments, editorial and otherwise during the preparation of this manuscript.

References

R.F. Addison and Stewart, J.E., 1989. Domoic Acid and the eastern Canadian molluscan shellfish industry. Aquaculture, 77:263-269.

Environment Canada. 1988. Molluscan Shellfish Growing Water Classification Index for Prince Edward Island

Sephton, T.W. and C.F. Bryan, (1989), Changes in the Abundance and Distribution of the American Oyster Population of the Dunk River Public Fishing Area of Bedeque Bay, Prince Edward Island. Can. Tech.Rep.Fish.Aquat.Sci. 1677:vi +21p.

Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens
Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians

Évaluation des effets des interdictions de pêcher les mollusques, sur les parcs coquilliers, l'aquiculture et l'habitat, au moyen d'un système d'information géographique

John A. Legault

Division de la gestion de l'habitat
Direction de la gestion de l'habitat et du poisson
MPO - Région du Golfe

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques No. 1882F

Septembre 1992

Pêches et Océans Fisheries and Oceans

Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1–456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457–714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715–924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 1882F

Septembre 1992

Évaluation des effets des interdictions de pêcher les mollusques, sur les parcs coquilliers, l'aquiculture et l'habitat, au moyen d'un système d'information géographique

par
John A. Legault

Division de la gestion de l'habitat
Direction de la gestion de l'habitat et du poisson
MPO - Région du Golfe

préparé pour

Le Sous-comité permanent de l'Atlantique sur l'habitat
(SCPAH)
du Comité de coordination pour la gestion de l'habitat de l'Atlantique
(CCGHA)

© Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1992
No. de Cat., Fs 97-6/1882F

ISSN 0706-6570

Think Recycling!

Pensez à recycler!

La citation exacte de cette publication est :

Legault, J.A., 1992. Évaluation des effets des interdictions de pêcher les mollusques, sur les parcs coquilliers, l'aquiculture et l'habitat, au moyen d'un système d'information géographique. Rapp. tech. sci. halieu. aquat.1882F: iv+10

Résumé

Legault, J.A. 1990. Évaluation des effets des interdictions de pêcher les mollusques sur les parcs coquilliers, l'aquiculture et l'habitat, au moyen d'un système d'information géographique. Rapp. tech. can. sci. halieu. aquat. 1882F: iv+10

Un système d'information géographique sert à évaluer la mesure dans laquelle l'interdiction de pêcher dans les secteurs coquilliers à cause de la contamination terrestre, a des effets sur l'industrie de la pêche des mollusques dans l'Est de l'Île-du-Prince-Édouard. Le SIG sert à délimiter les parcs coquilliers loués à bail, les secteurs de pêche de mollusques et les zones interdites en cas de contamination. On établit une comparaison des secteurs et on en détermine la valeur approximative. À cause du manque d'information précise, l'échelle de valeur est très étendue, soit entre 7,2 et 0,22 millions de dollars. La valeur approximative au marché de la production de mollusques dans les parcs coquilliers à bail, dans les zones interdites, est de 52000 dollars. On étudie brièvement d'autres possibilités d'utilisation du SIG, en particulier en tant qu'outil de planification permettant d'éviter les sources de pollution et d'aider à établir les priorités des levés de recherche. Il faut mettre en place les ressources humaines et l'infrastructure ministérielle nécessaires à la collecte et au traitement des données et en assurer le soutien pour pouvoir appliquer efficacement un programme ayant recours à la technologie du SIG.

Abstract

Legault, J.A., 1990. Using a Geographic Information System to Evaluate the Effects of Shellfish Closure Zones on Shellfish Leases, Aquaculture and Habitat Availability. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.. 1882E: iv+10

A Geographic Information System is used to evaluate the extent to which the closure of shellfish areas due to bacterial contamination effects the shellfish industry in Eastern Prince Edward Island. The GIS system is used to detrmine the areas of shellfish growing leases, shellfish harvesting zones and contaminated closure zones. A comparison is made between the areas and an estimated value is determined. Due to lack of precise information the estimated total market value of the shellfish harvested in the area examined has a wide range between $7.2 and $0.22 million. The shellfish production from leases within closure zones has an approximate market value of $52,000. Further uses of the GIS are briefly explored, in particular, its use as a planning tool to avoid pollution sources and to assist in priorizing research surveys. The human and Departmental infrastructure for data collection and processing must be established and supported in order to operate an effective program using GIS technology .

PRÉFACE

Dans tout le Canada atlantique, les eaux résiduaires urbaines sont rejetées directement dans les eaux côtières, sans traitement préalable, de sorte que celles-ci sont contaminées à divers degrés par des bactéries, des virus et des produits chimiques toxiques. Les déchets industriels et le ruissellement agricole contribuent à aggraver le problème. Les mollusques, principalement les huîtres, les myes et les moules, vivent et se développent en filtrant les eaux intertidales peu profondes pour en extraire leur nourriture. Ils sont donc sujets à la contamination quand ces eaux deviennent polluées. Les conditions sanitaires et la qualité bactériologique de l'eau exigent parfois que la pêche soit interdite dans certaines zones de croissance, afin de protéger la santé de l'homme. Ces interdictions touchent à la fois les activités aquicoles et l'exploitation des mollusques "sauvages". Ces mesures peuvent avoir, par ricochet, des répercussions sur l'économie d'une région, entraînant la perte de milliers de dollars dans le secteur de la pêche et contribuant au chômage, à la baisse du tourisme et à l'augmentation des prix à la consommation. Les coûts économiques et sociaux découlant de la perte de possibilités de pêche des mollusques dans la zone polluée de l'Atlantique ne sont pas précisément connus.

En 1988, le Comité de coordination pour la gestion de l'habitat de l'Atlantique (CCGHA), par l'entremise de son Sous-comité permanent de l'Atlantique sur l'habitat (SCPAH), s'est penché sur la question. Le projet, qui devait être réalisé en grande partie à contrat et englobait toute la zone de l'Atlantique, se divisait en trois étapes:

Étape 1 - Assembler, cartographier et quantifier les données sur les stocks de mollusques et les secteurs de pêche, dans la région du Canada atlantique; déterminer la superficie des zones d'interdiction de la pêche; assembler et cartographier l'information sur les sources de pollution par les eaux-vannes.

Étape 2 - Déterminer les coûts économiques et sociaux résultant de la perte de possibilités de pêche des mollusques due à la pollution par les eaux-vannes.

Étape 3 - Trouver des solutions réalistes aux pratiques actuelles de gestion et d'élimination des eaux-vannes qui pourraient mener à la levée des interdictions.

Comme il n'y avait pas de fonds suffisants pour ces travaux, le SCPAH a décidé tout d'abord de limiter l'ampleur géographique de l'étude à une section de la zone atlantique et de faire faire la plus grande partie du travail à l'interne. Cette première étape devait être une étape pilote en vue de démontrer la validité de la méthode et, ainsi, faciliter la réalisation de l'ensemble du projet, tel que prévu.

La première étape, qui fait l'objet de notre rapport, porte principalement sur la Région du Golfe du MPO, et a eu recours au Système d'information géographique (SIG) récemment installé dans la Région. La conclusion du SCPAH est qu'on a réussi à démontrer la validité de l'utilisation d'un Système d'information géographique pour trouver une solution au problème d'interdiction de la pêche des mollusques. Le présent rapport inclut les recommandations en vue de l'adoption de la méthode par les régions et d'autres intervenants, par exemple les provinces. Le SCPAH a contribué à la mise au point d'une technique permettant de trouver des solutions au problème d'interdiction de la pêche des mollusques, mais il n'a pas la prétention d'être celui qui doit appliquer cette technique dans toute la zone atlantique. Cette attitude diffère de celle qui avait été adoptée à l'origine, puisque le SCPAH devait se charger du projet. Il est devenu évident, à mesure que se déroulait le projet, que le SCPAH n'avait ni la structure, ni les fonds nécessaires pour "administrer" un projet de cette envergure qui suppose la collecte massive de données, la cartographie, etc. Le rôle du SCPAH, comme on l'a démontré dans ce cas, en est un de catalyseur pour la mise au point de techniques ou de méthodes permettant d'apporter des solutions à un problème. Le SCPAH continuera de surveiller le projet, particulièrement en ce qui a trait à l'objectif d'origine qui consiste à déterminer les coûts sociaux et économiques découlant de la perte de possibilités de pêche des mollusques à cause de la pollution par les eaux-vannes et d'autres sources.

H.B. Nicholls, président
Le Sous-comité permanent de
l'Atlantique sur l'habitat

Introduction

Chaque année, le ministère des Pêches et des Océans (MPO) interdit la pêche de certains gisements de mollusques, dans les provinces de l'Atlantique, qui sont contaminés par les bactéries, en particulier des coliformes fécaux. Cette mesure est prise après consultation d'Environnement Canada, suivant les lignes directrices du MDE et du MPO, ainsi que de l'USFDA (voir note en bas de page). Environnement Canada fait des prélèvements annuels, afin de déterminer le niveau de contamination bactérienne. Quand les résultats sont compilés, on détermine les coordonnées géographiques pour interdire les zones d'influence afin de les interdire aux exploitants publics et privés de mollusques. Dans certains cas, les interdictions sont conditionnelles, la collecte de mollusques étant limitée pendant certaines périodes de l'année.

Souvent, ces interdictions ont des répercussions sur les pêcheurs qui louent à bail des parcs coquilliers pour l'élevage en vue de la vente. Quant les parcs se trouvent dans une zone où la récolte est interdite, les pêcheurs doivent relocaliser leurs mollusques dans un secteur propre pour les nettoyer, ce qui exige des efforts considérables de leur part et augmente leurs coûts de production. De plus, les parcs situés dans les zones d'interdiction ou à proximité, deviennent suspects et les ventes de leurs produits sont mises en jeu.

Les causes possibles de cette contamination seraient la combinaison d'une mauvaise méthode de gestion de l'utilisation des terres et de l'eau, une mauvaise planification municipale, des systèmes défectueux d'évacuation des eaux usées et des règlements environnementaux désuets.

Le Comité de coordination du MPO pour la gestion de l'habitat de l'Atlantique (CCGHA), par l'entremise de son Sous-comité permanent de l'Atlantique sur l'habitat (SCPAH) a financé une étude pilote visant à quantifier l'habitat des mollusques touchés et les pertes commerciales découlant de ces interdictions. Le Projet de Système d'information géographique (SIG) de la Région du Golfe du MPO a entrepris cette étude, afin d'évaluer les parcs coquilliers, les gisements publics et les secteurs approuvés sur la côte est de l'Île-du-Prince-Édouard. Une autre partie de l'étude visait à définir les sources ponctuelles de pollution en vue de déterminer leur relation avec les interdictions de pêche. L'objet de cette étude était de déterminer la possibilité d'analyser les données au moyen d'un système informatisé, à mesure qu'elles sont disponibles et réclamées par les gestionnaires, de poser des questions au sujet des points de préoccupation, ainsi que d'utiliser l'ordinateur pour représenter visuellement les données à l'intention des décideurs.

Les lignes directrices sont : The National Shellfish Sanitation Program Manual of Operations partie I, révision de 1989 de l'USFDA et le Manuel des opérations du Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques, chap.2 (MPO et MDE).

Projet pilote

Le Projet de SIG de la Région du Golfe se sert du CARIS (système d'information sur les ressources, assisté par ordinateur) mis au point à Fredericton (Nouveau-Brunswick) par Universal System Ltd. Le système fonctionne sur MicroVax II, avec seulement 300 méga-octets d'espace disque, au moyen du système d'exploitation VMS. La base de données relationnelles utilisée par CARIS est INGRES. La capacité restreinte du matériel informatique limite grandement la manipulation par le système de l'information et des cartes déjà existantes de même que des nouvelles données à saisir.

Puisqu'il s'agit d'un projet réalisé en collaboration avec Environnement Canada, les données sur les secteurs approuvés de récolte des mollusques, les secteurs d'interdiction et les sources de pollution ont été enregistrées dans une base de données connexe. Une somme de 9000$ a été fournie par le SCPAH pour l'acquisition des données. Environnement Canada a fourni des données sous forme numérique et sur papier, tandis que la Région du Golfe a fourni des cartes numériques, des données sur les parcs coquilliers et l'aide technique nécessaire pour saisir l'information et procéder à l'interrogation du SIG. Cependant, le financement a été insuffisant pour permettre de cartographier et d'analyser les secteurs d'interdiction de la pêche des mollusques dans toute la zone atlantique, de sorte qu'il a fallu se limiter à la côte est de l'Île-du-Prince-Édouard, en particulier aux rivières Cardigan, Brudenell et Montague.

Lors de la crise de l'acide domoïque de 1987 (Addison et Stewart, 1989), tous les parcs coquilliers de la côte est de l'Île-du-Prince-Édouard et de certaines parties du nord-est du Nouveau-Brunswick ont été enregistrés sous forme numérique dans le SIG. De plus, l'information sur les locataires de parcs coquilliers au Nouveau-Brunswick a été enregistrée dans une base de données. Des cartes de base sur les côtes, les chemins et les divisions de comté, de même que des cartes des parcs coquilliers ont été reformatées pour CARIS, tandis que les données textuelles sur les parcs coquilliers de l'Île-du-Prince-Édouard étaient enregistrées dans le système de base de données INGRES.

L'objectif de l'exercice du SIG était de pouvoir produire "sur demande" des cartes de la côte et de la zone côtière, des zones d'interdiction de la pêche des mollusques, des secteurs approuvés, des parcs coquilliers à bail, des sources de pollution terrestre (particulièrement les points d'évacuation des eaux résiduaires) et de produire des tableaux de données correspondants (par ex. sur les parcs, la valeur économique de leur production, et les répercussions des interdictions).

Il est donc très important de se rendre compte qu'en réalité les secteurs approuvés pour la récolte des mollusques ne constituent pas tous des habitats appropriés pour ces derniers. Par conséquent, l'information extrapolée ci-dessous constitue une surévaluation du potentiel de production des secteurs approuvés. Les valeurs indiquées ne représentent pas les niveaux économiques ou les évaluations de production véritables. Les limites des données ne permettent pas d'obtenir ce genre de détail. L'objet de l'étude était de

Fig. 1. Carte de base de la côte de l'est de l'Île-du-Prince-Édouard.

Fig. 2. Cartee des données sur les réseaux hydrographiques de l'est de l'Île-du-Prince-Édouard, produit par le SIG.

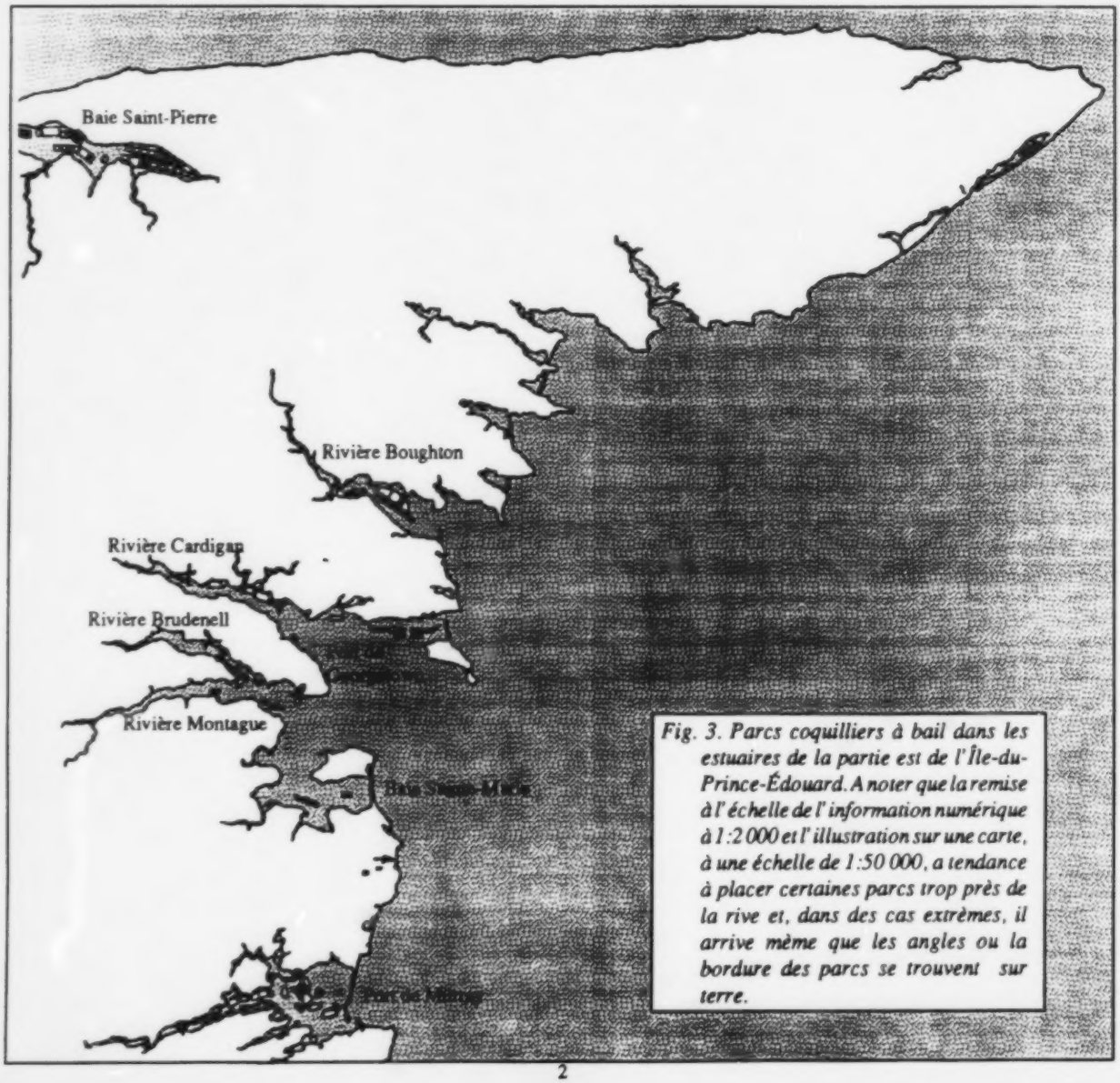

Fig. 3. Parcs coquilliers à bail dans les estuaires de la partie est de l'Île-du-Prince-Édouard. A noter que la remise à l'échelle de l'information numérique à 1:2 000 et l'illustration sur une carte, à une échelle de 1:50 000, a tendance à placer certaines parcs trop près de la rive et, dans des cas extrêmes, il arrive même que les angles ou la bordure des parcs se trouvent sur terre.

montrer les possibilités et les limites d'un SIG, ainsi que l'utilité de cet outil pour l'évaluation des répercussions sur l'habitat.

Résultats

Les cartes et les rapports produits par les SIG satisfont tous aux critères mentionnées ci-dessus, avec une seule réserve. Le système n'est présentement pas aussi facile à utiliser qu'il le devrait s'il était un outil de routine. Il ne faut pas en chercher les raisons du côté de la technologie, mais plutôt du côté des limites du matériel informatique et du manque d'expérience du personnel du MPO. Bien qu'une interface à base de menus ait été mise au point pour démontrer la facilité d'utilisation du système quand il est bien programmé, l'exemple a été bien insuffisant pour montrer toutes les combinaisons de données et les interrogations possibles au sujet des cartes. Par conséquent, la portée du présent rapport est limitée à l'utilisation du SIG pour l'évaluation des zones d'interdiction et de leurs effets sur la valeur de la pêche et le marché.

La figure 1 illustre les caractéristiques d'une carte de base, comme celle d'une côte. On peut obtenir des cartes de base de diverses sources et à diverses échelles. Elles peuvent même inclure la bathymétrie, les bassins hydrographiques et la topographie, mais à un coût un peu plus élevé. Dans le cas qui nous occupe, il ne fallait que la côte et quelques routes. Les autres caractéristiques ont donc été neutralisées. Si l'on veut ajouter d'autres caractéristiques, il suffit de les mettre en oeuvre et elles apparaîtront sur la carte, comme à la figure 2, où sont illustrés les cours d'eau de l'est de l'Île-du-Prince-Édouard.

La figure 3 illustre des parcs coquilliers à bail. Il s'agit de la compilation intégrée de différentes cartes à l'échelle 1:2000, établies à partir de dessins de levés, avec repères, angles et distances des repères. La numérisation a été faite directement à partir des données des dessins. Les coordonnés ont ensuite été calculées et chaque carte superposée à une carte à l'échelle de 1:50000. Il en résulte une carte qui montre tous les parcs coquilliers (données de la Direction de la gestion des pêches et de l'habitat, MPO - 1987) dans la partie est de l'Île-du-Prince-Édouard.

Il existe une autre façon d'enregistrer et d'afficher les données; il suffit d'entrer la latitude/longitude ou les coordonnées de la projection de Mercator transverse. Grâce à un traitement par lot, l'ordinateur peut tracer des lignes entre différents groupes de coordonnées et, dans ce cas, délimiter les secteurs où la pêche des mollusques est permise et interdite. La côte ainsi numérisée, associée aux coordonnées ou traversant la ligne reliant les paires de coordonnées, est coupée et reproduite de façon à former un polygone complètement fermé pour la "zone classifiée". On peut ensuite ombrer ou marquer d'un motif les secteurs pour les faire mieux ressortir. La figure 4 illustre bien cette méthode: seuls les secteurs classifiés d'exploitation des mollusques y sont affichés.

Chaque année, Environnement Canada produit des cartes semblables pour indiquer les secteurs où la pêche des mollusques est permise, interdite ou conditionnelle, dans les Maritimes. Les cartes ainsi produites sont dessinées à la main avec précision et ombrées, puis imprimées en vue de leur publication. L'utilisation d'un SIG pourrait grandement faciliter le dessin des cartes, puisque toutes les données pourraient être saisies sous forme de coordonnées et révisées chaque année en demandant simplement au système de redessiner les cartes et les zones d'interdiction à partir des données existantes et des nouvelles données. De plus, à mesure qu'on recueille de nouvelles données sur les zones d'interdiction, on pourrait produire des mises à jour sur demande, plutôt qu'une seule fois par année, ce qui permettrait de réduire le coût d'envoi des révisions de tout un cartable de cartes. Les mises à jour pourraient être simplement ajoutées aux ouvrages et cartables existants et le coût en serait réparti sur toute l'année.

Pour aider encore davantage le gestionnaire des ressources, le SIG offre la possibilité de mettre l'accent sur une zone d'intérêt et de donner plus de détails afin de faciliter le choix des caractéristiques pour les interrogations. Les figures 5 et 6 en sont un exemple. La figure 5 est un

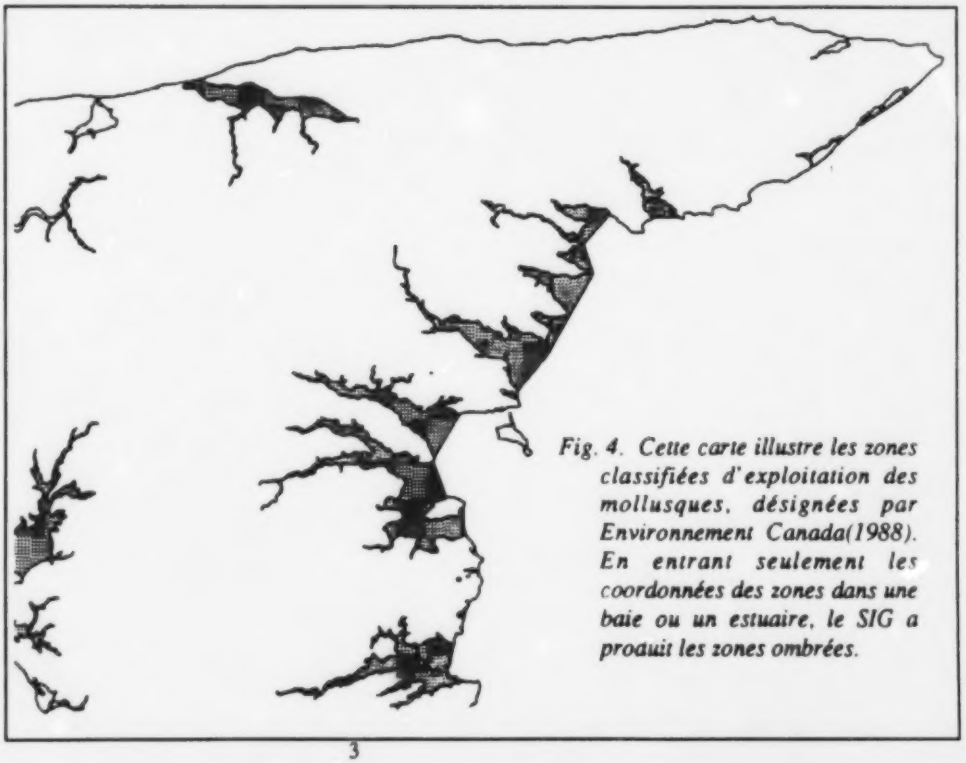

Fig. 4. Cette carte illustre les zones classifiées d'exploitation des mollusques, désignées par Environnement Canada(1988). En entrant seulement les coordonnées des zones dans une baie ou un estuaire, le SIG a produit les zones ombrées.

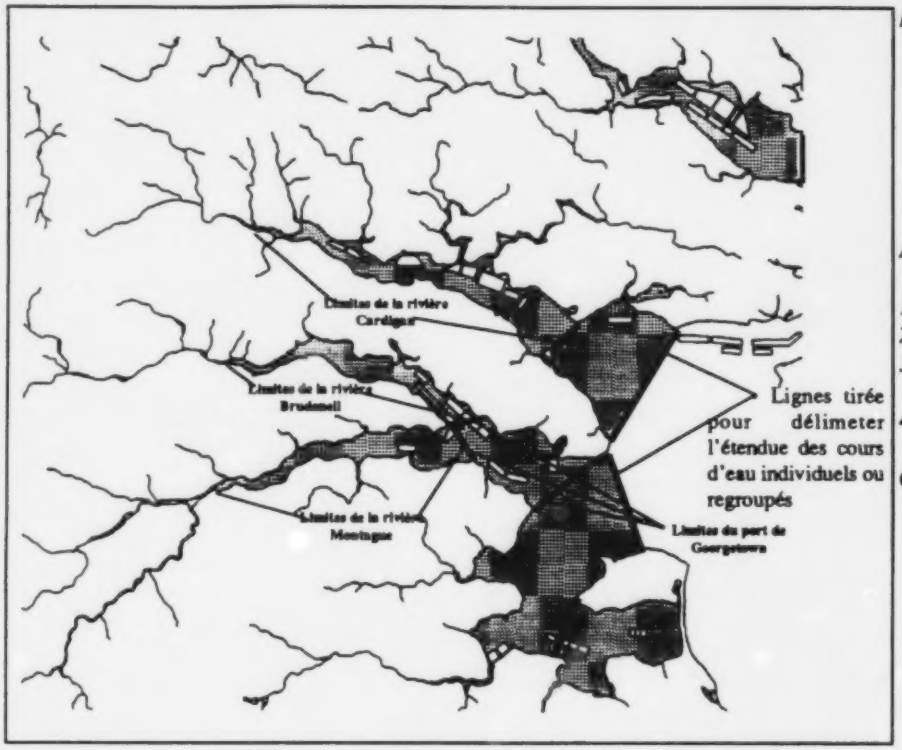

Fig. 5. Agrandissement des estuaires des rivières Cardigan, Brudenell et Montague, illustrant les parcs coquilliers et les polygones définissant l'embouchure des cours d'eau et des groupes de cours d'eau.

Aux fins de ce projet, quatre grands secteurs ont été délimités.

1. L'estuaire de la rivière Cardigan
2. L'estuaire de la rivière Brudenell
3. L'estuaire de la rivière Montague
4. La zone portuaire de Georgetown

Certains des parcs coquilliers comprennent en réalité plus d'un parc loué à la même personne, mais physiquement distinct. Les limites n'apparaissent pas sur ces cartes mais les données sont enregistrées pour chaque parc.

agrandissement des estuaires des rivières Cardigan, Brudenell et Montague. Des lignes imaginaires ont été tracées pour délimiter les embouchures ou le bassin géographique de chaque cours d'eau. Ces lignes permettent de définir les polygones et de calculer la superficie de chaque cours d'eau, de ses eaux d'amont jusqu'à l'océan. Quatre zones ont été délimitées spécifiquement pour ce projet à cause des restrictions imposées par la taille de la base de données et le matériel utilisé: l'estuaire de la rivière Cardigan, l'estuaire des rivières Brudenell et Montague et la zone portuaire de Georgetown. Ces zones sont toutes à l'intérieur des secteurs approuvés d'exploitation des mollusques.

La figure 6 montre comment on peut tracer rapidement les zones d'interdiction en utilisant seulement les coordonnées de la côte, soit par la latitude/longitude ou au moyen des coordonnées de la projection de Mercator transverse. Environnement Canada pourrait rapidement produire les cartes et les rapports qu'il produit annuellement, s'il avait recours à cette méthode, pour illustrer les zones d'interdiction, les secteurs approuvés

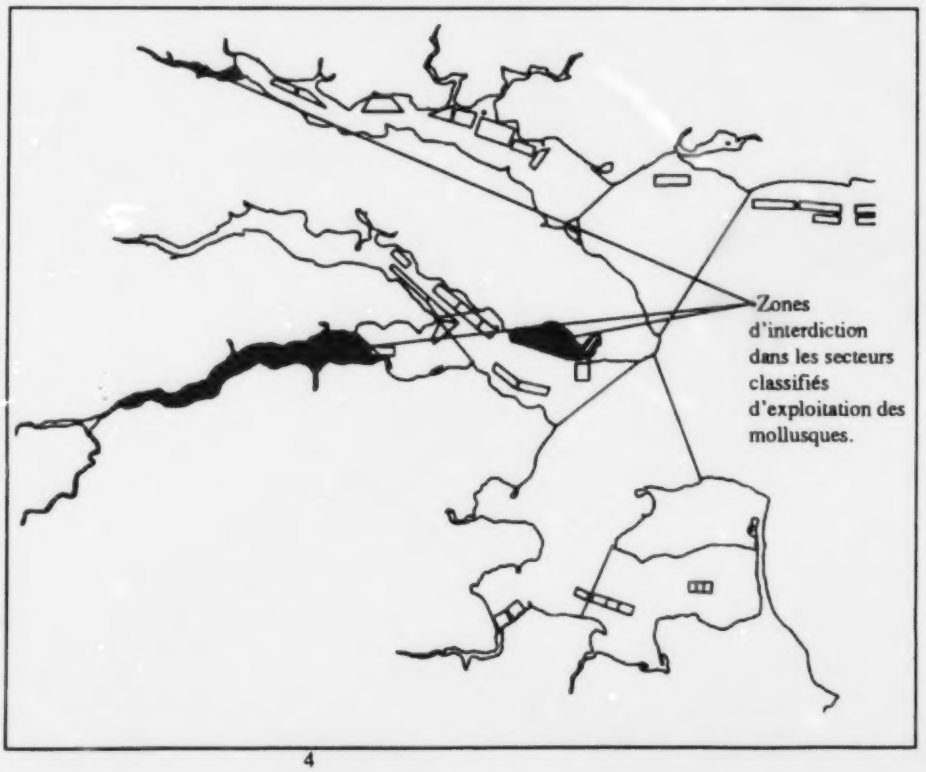

Fig. 6. Agrandissement des estuaires des rivières Cardigan, Brudenell et Montague, indiquant les limites des zones d'interdiction établies par Environnement Canada (1988). Ces zones sont classifiées comme zones d'interdiction à cause de la contamination par E. Coli et de la proximité des ports et des quais.

Tableau 1 - Production approximative des parcs coquilliers de la rivière Cardigan

N° Id. des parcs	Superficie (ha)	Production approximative (tm) Élevée	Moyenne	Faible
!10010	7.64	194.13	53.20	5.89
F023C	0.32	8.20	2.25	0.25
M-0117A	7.93	201.32	55.16	6.10
M-0117B	8.66	220.01	60.29	6.67
M-0117C	21.63	549.43	150.55	16.66
M-0121A	9.11	231.32	63.38	7.01
M-0121B	14.35	364.57	99.90	11.05
M-0163	31.56	801.73	219.69	24.30
M-0225	10.05	255.35	69.97	7.74
M-0258	15.73	399.59	109.49	12.11
Totaux:				
N: 10				
Somme:	126.99	3225.65	883.88	97.79
Moyen:	12.70			

et les secteurs conditionnels. De plus, le ministère des Pêches et des Océans pourrait analyser au moyen du SIG les tendances et probablement les répercussions, sur l'industrie de la pêche des mollusques, de ces interdictions.

En superposant les limites des parcs coquilliers sur la carte de base et les zones d'interdiction (figure 6), on permet à un observateur de déterminer aisément l'étendue des répercussions qu'une interdiction aura sur les activités aquicoles dans la région.

Au moyen de ces cartes, le SIG peut également permettre de calculer la superficie de chaque zone, ou faire le total de toutes les superficies d'une région. Il peut aussi produire des tableaux qui permettront de déterminer la différence entre les deux types de secteurs. Les tableaux qui suivent ont été produits au moyen d'un traitement par lot du SIG, et reproduits sur fichier ASCII, puis reformatés pour le présent rapport.

Les données au sujet des parcs coquilliers peuvent être

Tableau 2 - Production approximative des parcs coquilliers des rivières Brudenell & Montague

N° Id. des parcs	Superficie (ha)	Production approximative (tm) Élevée	Moyenne	Faible
!10001	11.36	288.44	79.04	8.74
!10002	0.31	7.87	2.16	0.24
4949	1.32	33.60	9.21	1.02
5974	1.84	46.76	12.81	1.42
M-0048	12.14	308.25	84.47	9.34
M-0052	11.75	298.37	81.76	9.05
M-0080	11.88	301.85	82.71	9.15
M-0100	11.15	283.34	77.64	8.59
M-0274A	13.36	339.29	92.97	10.29
M-0274B	7.20	183.01	50.15	5.55
M-0278	14.58	370.38	101.49	11.23
M-0285	8.73	221.79	60.77	6.72
M-0287	4.63	117.55	32.21	3.56
M-0295	10.30	261.49	71.65	7.93
M-0304	12.10	307.37	84.22	9.32
Totaux:				
N:	15			
Somme:	132.65	3369.39	923.26	102.14
Moyen:	8.84			

Tableau 3 - Potentiel de production approximatif des secteurs classifiés de coissance de mollusques de la rivière Cardigan

Secteurs de croissance des mollusques Superficie(ha)	Production approximatif (tm) Élevée 25.4 tm/ha	Moyenne 6.96 tm/ha	Faible .77 tm/ha
Rivière Cardigan			
845.7	21479.9	5885.8	651.2
Totaux:			
Somme:			
845.7	21479.9	5885.8	651.2

tirées des bases de données connexes, concernant la propriété, les espèces et les niveaux de production (quand les données existent). À noter que l'information cartographiée des parcs coquilliers est tirée de cartes de 1987, alors que les données sur les parcs coquilliers sont des données de 1988. Dans certains cas, il y a des cartes des parcs coquilliers sans données de production (le propriétaire n'exploite pas son parc) et il y a des données de production dans la base de données pour lesquelles il n'y a pas de parc cartographié (les nouveaux baux ayant tout juste été attribués). Seuls les parcs qui sont numérisés et pour lesquels des données ont été fournies sont représentés, afin de démontrer la capacité de sélection du SIG. Une liste des parcs pour lesquels il manque certaines données aurait pu être produite au moyen d'un traitement par lot semblable.

Les tableaux 1 et 2 contiennent des listes des parcs coquilliers dans un secteur donné. Le numéro d'identification du parc est le numéro assigné par le Ministère au moment où le bail a été accordé. La superficie est calculée par le système quand les données du bail sont numérisées et emmagasinées comme caractéristique du polygone.

Les données de production du parc, recueillies par le Ministère, n'ont pas été rassemblées de façon uniforme au

Tableau 4 - Potentiel de production approximatif des secteurs classifiés de croissance des mollusques des rivières Brudenell et Montague et du port de Georgetown.

Secteurs de croissance des mollusques Superficie(ha)	Production approximatif (tm) Élevée 25.4 tm/ha	Moyenne 6.96 tm/ha	Faible .77 tm/ha
Rivière Brudenell			
403.5	10247.9	2808.1	310.7
Port du Georgetown*			
519.9	13204.6	3618.3	400.3
Rivière Montague			
495.6	12588.6	3449.5	381.6
Totaux:			
Somme:			
1418.9	36041.1	9875.8	1092.6

* Voir à la figure 5 les limites utilisées pour calculer la superficie du port de Georgetown

cours des années, de sorte que les taux de production sont souvent exprimés en caisses, en barils, en lignes, en livres et, récemment, en kilogrammes. De plus, il n'y a aucune indication de la superficie du parc utilisée par un exploitant, par exemple, s'il utilise la moitié ou le tiers de son parc, au cours d'une année donnée. Ainsi, toute extrapolation pour l'ensemble du parc basée sur les comptes rendus d'exploitation des exploitants aquicoles, entraîne une sous-évaluation de la production. Il est aussi bien difficile de donner une valeur monétaire réelle aux possibilités de pêche perdues à cause d'une interdiction. Les ventes ne sont pas comptabilisées par parc coquillier, par le Ministère, et la valeur au marché varie au cours de la saison selon la qualité du produit, la saison et la demande. Donc, plutôt que d'exprimer la valeur au marché des possibilités de pêche perdues par suite d'une interdiction, il serait plus réaliste de parler de superficie (c.-à-d. le pourcentage de la zone d'interdiction totale que représentent les parcs coquilliers) touchée.

Aux fins du présent rapport, les taux de production officiels des gisements ostréicoles sauvages de la rivière Dunk (Sephton et Bryan, 1989) ont été utilisés pour calculer de façon approximative la production des parcs dans les rivières Cardigan, Brudenell et Montague. Il faut bien noter qu'**il ne s'agit pas** là de mesures représentatives des taux de production véritables des espèces dans les zones à l'étude. Les valeurs sont utilisées seulement à titre d'exercice, en vue de démontrer les possibilités d'un SIG, si les données étaient disponibles. Au cours de l'étude, on a classé les taux de production en trois catégories - **élevée** (25,4 tonnes métriques l'hectare); **moyenne** (6,96 tm/ha) et **faible** (0,77 tm/ha). Les tableaux 1 et 2 constituent également des exemples de résumés de la production annuelle de chaque parc coquillier dans les différents cours d'eau (dans ce cas les rivières Cardigan, Brudenell et Montague), calculés à partir des valeurs du taux de production de la biomasse mentionnées ci-dessus, mais ne donnent aucune indication de la valeur monétaire réelle des mollusques.

Dans l'estuaire de la rivière Cardigan, 10 parcs représentent une superficie totale de 126,99 hectares, avec un potentiel de production variant entre 97,8 et 3225,65 tonnes métriques par année. Les résultats pour les 15 parcs de l'estuaire Brudenell/Montague, avec une superficie combinée de 132,65 hectares, varient entre 102,1 et 3369 tm/an.

On suppose que la valeur des taux de production les plus élevés peut être appliquée aux parcs coquilliers, puisque ce sont des secteurs qui sont artificiellement mis en valeur et

Tableau 5 - Potentiel de production approximatif de certaines zones d'interdiction de la pêche des mollusques dans la rivière Cardigan.

Zone d'interdiction Superficie (ha)	Production approxmative(mt) Élevée 25.4 mt/ha	Moyenne 6.96 mt/ha	Faible .77 mt/ha
Zone d'interdiction de la rivière Cardigan			
29.54	750.42	205.63	22.75
Totaux:			
N: 1			
Somme: 29.54	750.42	205.63	22.75

Tableau 6 - Potentiel de production approximatif de certaines zones d'interdiction de la pêche des mollusques de la rivière Montague et du port de Georgetown

Zone d'interdiction Superficie (ha)	Production approxmative(mt) Élevée 25.4 mt/ha	Moyenne 6.96 mt/ha	Faible .77 mt/ha
Zone d'interdiction du port de Georgetown			
86.88	2206.78	604.69	66.90
Zone 1 d'interdiction de la rivière Montague			
289.42	7351.37	2014.39	222.86
Totaux:			
Somme: 376.30	9558.15	2619.08	289.76

"entretenus", par opposition aux stocks sauvages, même s'il est possible que les taux les plus faibles s'y appliquent également. Une bonne partie des problèmes posés par le manque de données peuvent être surmontés par la collecte de meilleures données et par les rapports des pêcheurs. La portée de notre étude ne permettait pas de faire une vérification aussi exhaustive des données.

Les tableaux 3 et 4 représentent la production possible des secteurs de croissance classifiés, délimités par Environnement Canada (1988). Les secteurs ont ensuite été définis dans le cadre du réseau visé. Par exemple la zone classifiée de la rivière Cardigan, délimitée dans la figure 5, se trouve en deçà des limites de la rivière Cardigan.

Par conséquent, au tableau 3, la zone classifiée de la rivière Cardigan comprend en réalité toute la superficie du cours d'eau et équivaut à 845,7 hectares, dont le potentiel de

Tableau 7 - Parcs coquilliers des les zones d'interdiction des rivières Cardigan, Brudenell et Montague

Numéro de Parc	Propriétaire	Adresse du propriétaire	Emplacement du parc	Superficie (ha)	Production approxmative(mt) Élevée 25.4 mt/ha	Moyenne 6.96 mt/ha	Faible .77 mt/ha
M-0287	(Données classifiées)	Georgetown, Î.-P.-É. C0A 1L0	Georgetown	4.63	117.6	32.21	3.56
M-0295	(Données classifiées)	Lower Montague, Î.-P.-É. C0A 1R0	Montague	10.3*(2.25)	261.6(57.2)	71.65(15.7)	7.93(1.73)
			Totaux	14.93	379.2(174.8)	103.9(47.9)	11.49(5.29)

* 2.25 ha se trouve dans la zone d'interdiction et8,065 ha ne sont pas touchés par l'interdiction

Tableau 8 - Rapport sur les activités agricoles en bordure des rivières Cardigan, Brudenell et Montague

Type	Bassin	Lieu	Coordonnée UTM
BOVINS	BRUDENELL-CARDIGAN		529100.0,5115800.0
BOVINS	BRUDENELL-CARDIGAN		528500.0,5117800.0
BOVINS	BRUDENELL-CARDIGAN		526200.0,5117700.0
V. LAITIÈRES	BRUDENELL-CARDIGAN		527400.0,0512098.0
V. LAITIÈRES	BRUDENELL-CARDIGAN		524100.0,5117100.0
V. LAITIÈRES	BRUDENELL-CARDIGAN		524800.0,5117500.0
V. LAITIÈRES	BRUDENELL-CARDIGAN		530800.0,5118500.0
V. LAITIÈRES	BRUDENELL-CARDIGAN		537300.0,5114800.0
V. LAITIÈRES	BRUDENELL-CARDIGAN		537100.0,5114800.0
RENARD	BRUDENELL-CARDIGAN		537800.0,5114700.0
PORCS	BRUDENELL-CARDIGAN		537400.0,5114700.0
PORCS	BRUDENELL-CARDIGAN		529100.0,5115500.0
PORCS	BRUDENELL-CARDIGAN		528500.0,5117800.0
PORCS	BRUDENELL-CARDIGAN		525100.0,5117200.0
PORCS	BRUDENELL-CARDIGAN		527800.0,5120800.0
PORCS	BRUDENELL-CARDIGAN		524300.0,5122100.0
BOVINS	MONTAGUE	LOWER MONTAGUE	529000.0,5112100.0
V. LAITIÈRES	MONTAGUE	CHEMIN UNION	523500.0,5113800.0
RENARD	MONTAGUE	LOWER MONTAGUE	534100.0,5112200.0
RENARD	MONTAGUE	MONTAGUE	527000.0,5113800.0
RENARD	MONTAGUE	BRUDENELL	529800.0,5113400.0
RENARD	MONTAGUE		525300.0,5110900.0
RENARD	MONTAGUE		525400.0,5110700.0
PORCS	MONTAGUE	LOWER MONTAGUE	530800.0,5112500.0
TABAC	MONTAGUE	BRUDENELL	53100.0,05118000.0

N = 25

*Données fournies par Environnement Canada, Eaux intérieures, Planification et Gestion des eaux, Région de l'Atlantique

production varie entre 651,2 et 21479,9 tonnes métriques.

De la même façon, le tableau 4 montre la superficie et l'échelle de production de plusieurs secteurs délimités de l'estuaire des rivières Brudenell et Montague, incluant le secteur du port de Georgetown. La superficie totale et l'échelle de production pour cette région sont de 1418,9 hectares et 1092,6 à 36041,1 tonnes métriques respectivement.

Si on compare les tableaux 1 et 3, la production des parcs coquilliers peut atteindre 15% de la production totale du secteur approuvé. À l'extrême, la production totale des parcs pourrait en réalité dépasser celle du reste du secteur approuvé, si ce dernier produisait au taux faible de production des stocks sauvages. Ceci est également vrai pour les réseaux Brudenell/Montague.

Les tableaux 5 et 6 affichent la superficie des zones

Fig. 7. Carte des réseaux des rivières Cardigan, Brudenell et Montague, indiquant l'emplacement des sources de pollution possibles et connus, telles que les canalisations des rejets des effluents, les fermes et les dépotoirs dans les bassins hydrographiques. À noter l'approximité de certains parcs coquilliers loués à bail.

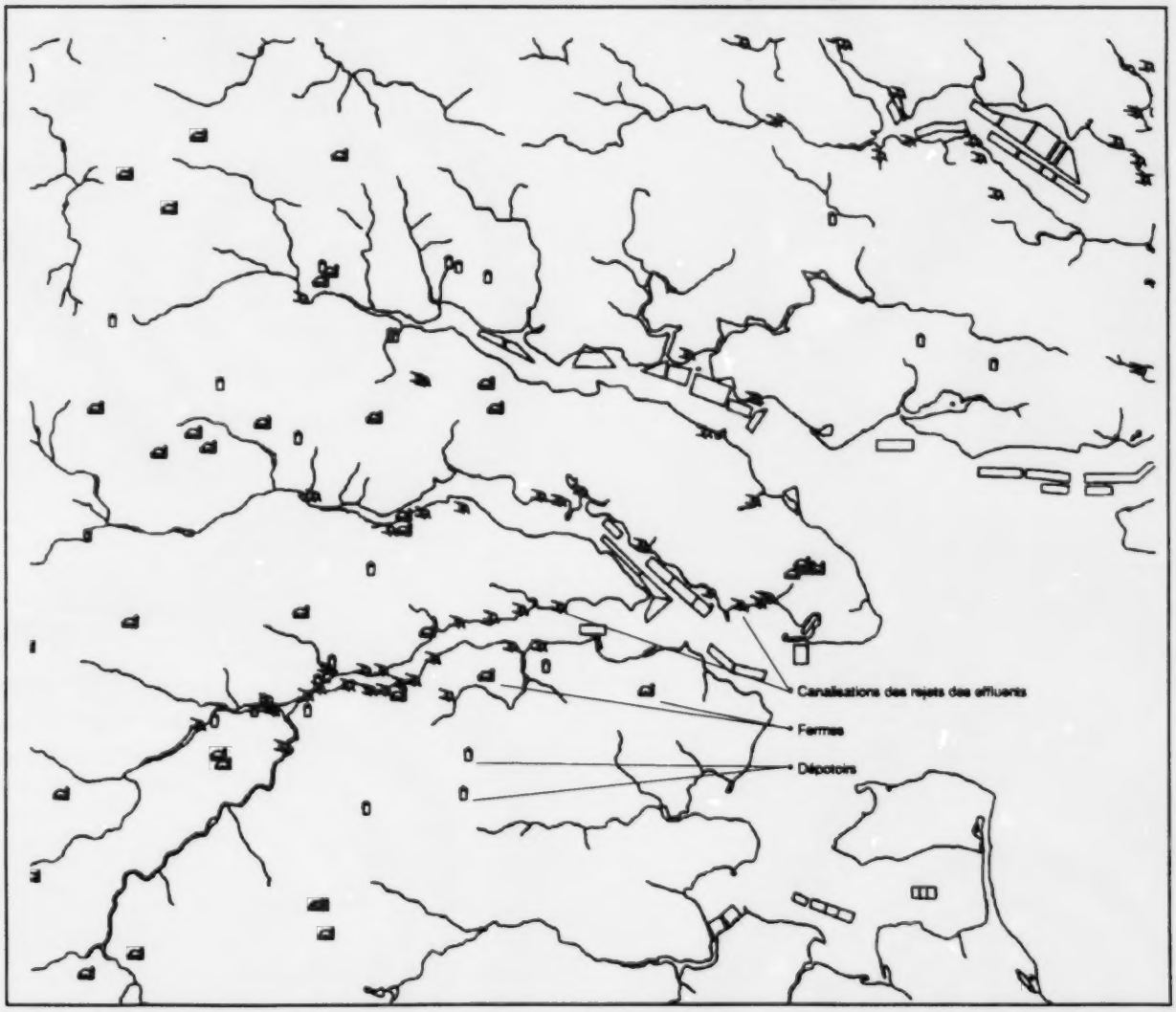

Tableau 9 - Rapport sur les sources de pollution possibles et connues des rivières Cardigan, Brudenell et Montague

Prov	Coordonnée UTM E	N	Source	Description
PE	527100	5112100	R	Drainage des eaux de pluie près du pont de la route 4
PE	526400	5111800	DR	Drainage au pont de la grande route
PE	536300	5118200	LE	Petit magasin général avec st/da - env. 30 m
PE	534950	5119100	LE	Groupe de 4 chalets sc/df - env. 75
PE	527000	5120250	LE	Station piscicole de Cardigan - st/df
PE	529500	5118550	LE	Motel à 4 chambres avec ST/DF - env. 20 m
PE	529400	5118600	LE	Station service et Salty Dog Seafoods Ltd.
PE	535300	5117500	LE	Groupe de 10 chalets avec serv. communs - ST/DF
PE	536300	5116100	LE	Groupe de 3 chalets avec - ST/DF
PE	534000	5115200	LE	Groupe de 6 chalets à Doctor's Point
PE	532750	5116300	LE	Dépotoir du camping de remorques Brudenell
PE	532300	5113900	LE	Groupe de 4 chalets; ST/DF env. 20 m
PE	531500	5113850	LE	Groupe de 4 chalets; ST/DF env. 25 m
PE	530900	5113700	LE	Groupe de 7 chalets; ST/DF env. 30 m
PE	530200	5113600	LE	Groupe de 5 chalets; ST/DF env. 20 m
PE	528650	5112600	LE	Groupe de 2 chalets; ST/DF env. 30 m
PE	528300	5112600	LE	Groupe de 8 chalets; ST/DF env. 30 m
PE	526300	5112000	LE	Groupe de 5 petites maisons le long de la rive (- 20 m)
PE	528400	5112200	LE	Groupe de 4 chalets; ST/DF - env. 30 m
PE	528700	5112200	LE	Groupe de 6 chalets; ST/DF env. 25 m
PE	529000	5112350	LE	Groupe de 4 chalets; ST/DF env. 20 m
PE	529300	5112400	LE	Groupe de 5 chalets; ST/DF env. 25 m
PE	529700	5112850	LE	Groupe de 7 chalets; ST/DF env. 30 m
PE	531300	5113100	LE	Groupe de 5 chalets; ST/DF env. 20 m
PE	531900	5113100	LE	Groupe de 4 chalets; ST/DF env. 20 m
PE	535400	5114200	LS	Station de pompage avec tuyau de trop plein de 24 pouces
PE	531900	5116200	NP	Ruissellement général et accès récréatif
PE	527250	5116200	NP	Ferme près de Dewars Pond; aucune présence d'animaux
PE	528800	5115500	NP	Culture du tabac; contamination possible
PE	529500	5115850	NP	Culture du tabac; contamination possible
PE	530300	5115950	NP	Culture du tabac; contamination possible
PE	524900	5111500	NP	Ruissellement de surface dans le bassin Knox
PE	536500	5114100	PI	Usine aquicole Marine Harvesting Ltd.
PE	526600	5111050	RI	Rivière Valleyfield; beaucoup d'activités agricoles
PE	536800	5114100	TP	Bassin de stabilisation des déchets de Georgetown
PE	532300	5116100	TP	Système d'épuration des eaux de Brudenell Park
PE	527500	5112650	TP	Système d'épuration de Langley Fruit Packers
PE	527950	5112300	TP	Système d'épuration des eaux-vannes de Montague
PE	536400	5114000	WV	Chantier naval de Georgetown; trois bateaux présents
PE	536000	5113950	WV	Terminal maritime de la garde côtière; deux bateaux
PE	527350	5112250	WV	Quai de Montague; 15 bateaux présents
PE	530000	5112100	XX	Site d'enfouissement sanitaire régional de Cardigan

* Données fournies par Environnement Canada, Direction du contrôle de l'environnement, Division des programmes industriels et des mollusques, Région de l'Atlantique

d'interdiction, délimitées par Environnement Canada (1988), le total étant de 29,54 hectares. Dans les réseaux Brudenell/Montague, il y a deux secteurs, l'un qui s'étend sur la moitié de la rivière Montague et l'autre qui suit la rive nord du port de Georgetown. L'ensemble de la zone d'interdiction représente un total de 376,3 hectares. Ce total constitue une partie importante de la zone de production complète du réseau Brudenell/Montague, soit 27% de toute la zone de croissance disponible. Par ailleurs, si l'on observe l'ensemble des réseaux Cardigan, Brudenell et Montague, cette zone d'interdiction représente environ 18% et les parcs coquilliers eux-mêmes seulement 11,5% de toute la zone classifiée. Les parcs touchés par l'interdiction dans les réseaux Cardigan, Brudenell et Montague (voir tableau 7) représentent seulement 0,3% de toute la superficie et la production.

Discussion

Les systèmes d'information géographique sont, par définition, destinés à transformer les données en information facilement interprétable. De plus, les manipulations des bases de données et l'extraction de données sélectives viennent compléter les systèmes de soutien décisionnels existants, les rendant plus efficaces et plus exhaustifs. Un tel système pourrait permettre de faire une évaluation complète des zones d'interdiction et de leurs répercussions possibles sur la pêche des mollusques dans toute la Région du Golfe et même, dans l'ensemble des Maritimes.

En moyenne, un pêcheur reçoit des acheteurs environ 0,50$/livre pour les moules de culture (Direction de la statistique, Région du Golfe, communications personnelles) (généralement les huîtres obtiennent un prix supérieur, les myes, un prix moindre, selon la saison et la qualité des mollusques). L'exposé qui suit au sujet de la valeur de l'industrie de la pêche des mollusques s'applique aux réseaux des rivières Cardigan, Brudenell et Montague. Au moyen des valeurs totales de production tirées des tableaux 1 et 2 sur les parcs coquilliers, on calcule qu'il y a 6594 tonnes métriques dans les secteurs à production élevée.

Si on applique cette valeur à l'ensemble de l'industrie de la pêche des mollusques dans la région susmentionnée, la valeur de la pêche des mollusques d'élevage (parcs coquilliers à bail seulement) se situerait

Tableau 10 - Rapport sur les sites d'évaluation des déchets dans les rivières Cardigan, Brudenell et Montague

Code de lieu	Bassin	Coordination UTM	Approuvé	Actif	Priorité	Danger sur place
KA16	CARDIGAN-BRUDENELL	528400.0,5114700.0	NON	NON		
K55	CARDIGAN-BRUDENELL	526900.0,5117400.0	NON	NON	1	CONT. DE PROD. CHIM. SP; PRÈS DES EAUX DE SURFACE
K46	CARDIGAN-BRUDENELL	530000.0,5121000.0	OUI	OUI	1	CONT. DE PROD. CHIM. SP; PRÈS DES EAUX DE SURFACE
KA3	CARDIGAN-BRUDENELL	527400.0,5120900.0	NON	NON	2	CONT. DE PROD. CHIM. SP; PRÈS DES EAUX DE SURFACE
KA35	CARDIGAN-BRUDENELL	526900.0,5119500.0	NON	NON	2	PRÈS DES EAUX DE SURFACE
KA42	CARDIGAN-BRUDENELL	530200.0,5120900.0	OUI	OUI	3	PRÈS DES EAUX DE SURFACE
K43	CARDIGAN-BRUDENELL	539700.0,5119400.0	NON	NON	3	
K47	CARDIGAN-BRUDENELL	530800.0,5120700.0	NON	NON	3	
KA14	CARDIGAN-BRUDENELL	537900.0,5121900.0	NON	NON	3	PRÈS DES EAUX DE SURFACE
KA41	CARDIGAN-BRUDENELL	526800.0,5119500.0	OUI	OUI	1	
K56	MONTAGUE/VALLEYFIELD	527800.0,5112800.0	NON	OUI	1	CONTENANTS DE PROD. CHIM. SUR PLACE; PRÈS DES EAUX DE SURFACE
KA28	MONTAGUE/VALLEYFIELD	527500.0,5112500.0	NON	OUI	2	
KA26	MONTAGUE/VALLEYFIELD	526200.0,5112000.0	NON	OUI	2	SITUÉ PRÈS DES EAUX DE SURFACE
KA36	MONTAGUE/VALLEYFIELD	526300.0,5109800.0	NON	OUI	2	SITUÉ PRÈS DES EAUX DE SURFACE
KA37	MONTAGUE/VALLEYFIELD	530400.0,5110900.0	NON	OUI	2	CONTENANTS DE PRODUITS CHIMIQUES SUR PLACE
KA43	MONTAGUE/VALLEYFIELD	525200.0,5111600.0	NON	OUI	2	CONTENANTS DE PROD. CHIM. SUR PLACE; PRÈS DES EAUX DE SURFACE
KA7	MONTAGUE/VALLEYFIELD	532000.0,5112700.0	NON	OUI	3	CONTENANTS DE PRODUITS CHIMIQUES SUR PLACE
K57	MONTAGUE/VALLEYFIELD	525300.0,51.1e+06	NON	OUI	3	CONTENANTS DE PRODUITS CHIMIQUES SUR PLACE
K60	MONTAGUE/VALLEYFIELD	530300.0,5110100.0	NON	OUI	3	CONTENANTS DE PRODUITS CHIMIQUES SUR PLACE
KA27	MONTAGUE/VALLEYFIELD	527300.0,5112400.0	NON	OUI	3	
KA29	MONTAGUE/VALLEYFIELD	527100.0,5111800.0	NON	OUI	3	
KA30	MONTAGUE/VALLEYFIELD	526000.0,5111800.0				

n = 22

* Données fournies par Environnement Canada

approximativement entre 7,2 millions de dollars au taux de production élevé et 0,22 million au taux le plus faible. De toute évidence, les parcs coquilliers ne produisent pas tous au même rythme et on pourrait faire une évaluation moyenne raisonnable à 1,98 million de dollars.

Si on utilise la formule:

Zone approuvée - parcs coquilliers = production sauvage

et que le taux de production sauvage est plus près du niveau faible, la valeur de la pêche des stocks sauvages serait alors de l'ordre de 1,6 million de dollars. Cependant, cette pêche est pratiquée par le public à titre sportif et ne réalise probablement jamais sa valeur commerciale. Les activités d'élevage à elles seules ont probablement une plus grande valeur économique que la pêche des mollusques sauvages. Celle-ci, par ailleurs, a probablement une plus grande valeur esthétique que les activités d'élevage. Les zones d'interdiction ont plus de répercussions sur la pêche sauvage que sur les parcs coquilliers et en retirent effectivement 0,34 million de dollars (soit près de 21% de la valeur totale des zones classifiées... voir les résultats à la page 7) tandis que les parcs qui se trouvent dans les zones d'interdiction ont été évalués (au taux de production moyen) à seulement 52690$.

Cela ne signifie pas que les parcs coquilliers dans les zones d'interdiction sont minimes et que les interdictions n'ont pas d'effets significatifs. De fait, les zones d'interdiction sont de plus en plus grandes, et ce n'est pas toujours à cause des concentrations de coliformes fécaux. Les activités de culture vont augmenter également de sorte qu'il faudra rechercher des habitats appropriés pour donner à l'exploitant toutes les chances possibles de succès.

Plutôt que de traiter les symptômes des eaux polluées et des mollusques contaminés en restreignant les activités de pêche, les gestionnaires des ressources et les décideurs préféreraient probablement trouver les sources possibles des problèmes, qui sont pour la plupart terrestres, et tenter de les éliminer directement. La figure 7 montre les rejets d'eaux usées terrestres, les fermes et les dépotoirs qui sont représentés par des symboles sur la carte. Les données reçues d'Environnement Canada n'incluaient pas toutes les données qui sont associées à chaque source de pollution.

Les tableaux 8, 9 et 10 sont des rapports tirés des données reçues d'Environnement Canada. Comme on peut le constater, les données comportent des coordonnées correspondantes de la projection de Mercator transverse, qui facilitent la disposition des symboles sur les cartes de base des parcs coquilliers, de sorte que leur relation dans l'espace peut être aisément déterminée. La version en couleur de cette carte permet de différencier les types d'activités. Elle permet aussi de différencier les catégories de fermes, soit ferme laitière, élevage de porc ou de volaille, par leur couleur sur la carte. Les canalisations d'effluents sont aussi différenciées par couleur, selon le genre d'effluent. Les dépotoirs ont également différentes couleurs, selon qu'ils sont en activité, fermés, ou destinés à l'assainissement.

Les sources des divers types d'effluents peuvent permettre aux gestionnaires de désigner des régions problèmes possibles et de faire d'autres études. La cartographie des sources d'eau, du drainage, de la topographie, des structures géologiques et de l'utilisation des terres pourrait aussi aider les gestionnaires à travailler avec les intervenants et les propriétaires des emplacements à réduire et à prévenir la contamination.

Le principal problème de l'utilisation d'un Système d'information géographique est le coût de sa mise en oeuvre. L'achat d'un système varie entre 25000$ (valeur de 1991) pour une version sur ordinateur personnel avec une capacité limitée, à plus d'un million de dollars pour un gros ordinateur. Cependant, n'importe qui dans l'industrie pourra confirmer que l'achat du système n'est que la partie visible des coûts. Le véritable coût et la valeur du système résident dans la saisie, l'emmagasinage et la disponibilité des données.

Bien des ministères n'ont pas l'infrastructure nécessaire pour exploiter et fournir des données en temps réel aux utilisateurs qui y ont accès. Par exemple, les données ont été recueillies auprès de nombreuses sources, à partir de cartes numérisées pour la crise de l'acide domoïque de 1987 et d'information sur les parcs coquilliers de la Division de la répartition des ressources de la Région du Golfe, avec des données de 1987 et 1988, dont la plupart n'était pas sous forme numérique et devaient être enregistrées manuellement. De plus, les données concernant les zones d'interdiction et les zones approuvées ont été tirées des publications de 1988 d'Environnement Canada, qui incluent les coordonnées de la projection de Mercator transverse pour les points de référence terrestres délimitant les zones où la pêche est approuvée, conditionnelle et interdite. Les données sur les sources de pollution ont aussi été tirées des documents d'Environnement Canada, par exemple, un dossier numérique ASCII provenant d'une base de données en différé. L'acquisition, le reformatage et la saisie des données sont des coûts inhérents à la réalisation de ce mini-projet dont le total a atteint 9000$. Si <u>toutes</u> ces données étaient en présentation numérique dans une base de données, les zones pourraient être rapidement tracées et mises à la disposition de l'utilisateur final à un coût bien inférieur.

Le projet a aussi été limité par le matériel disponible pour l'exploitation du SIG et le manque de personnel (seulement deux personnes ont pu recueillir, reformater, saisir et manipuler les données et présenter le rapport). Il aurait fallu d'autres fonds pour embaucher un commis à la saisie des données, et acquérir et transporter le matériel informatique nécessaire afin de faire une démonstration du projet à l'Institut océanographique de Bedford (IOB), en mars 1990.

Le gouvernement du Nouveau-Brunswick, à la demande de son ministère des Pêches et de l'Aquaculture, a préparé un protocole d'entente sur l'échange de données avec le MPO, en particulier pour le système d'information géographique. Il a été chargé d'administrer et d'attribuer les parcs coquilliers et aquicoles de la province et aimerait bien obtenir les données nécessaires sur les parcs coquilliers à bail que le Ministère a déjà numérisées. On peut d'ores et déjà constater que les données, quand elles sont bien administrées et organisées, ont une grande valeur et que le SIG leur en confère encore davantage.

Recommandations

Un des principaux problèmes de notre étude a été le manque d'uniformité et la diversité des données au sein du MPO et ailleurs. Un organisme ou un ministère qui veut utiliser un SIG doit d'abord mettre en place les ressources humaines et l'infrastructure financière nécessaires pour le soutien de la saisie de données et la gestion de la base de données. Voici donc les étapes à suivre pour mettre en oeuvre un programme qui utilise le SIG:

Premièrement: Définir le problème.

Deuxièmement : Déterminer les données nécessaires pour résoudre le problème.

Troisièmement : Trouver les sources de données (organisations, organismes ou ministères dont le mandat est de recueillir des données) et leur présentation.

Quatrièmement : Évaluer la compatibilité des données, leur qualité et leur exhaustivité.

Cinquièmement : Négocier la disponibilité des données et les méthodes de transfert.

Un organisme/ministère tel que le MPO doit examiner attentivement l'acquisition de ses données et encourager une utilisation appropriée des systèmes de gestion de base de données pour pouvoir emmagasiner et disséminer ses données. Trop de données sont emprisonnées dans des feuilles de calcul, des méthodes individuelles de stockage de données ASCII et des présentations sur papier seulement. Beaucoup de données tirées de levés et d'expéditions demeurent sur papier ou sur des disques de données, parce que le scientifique n'a pas le temps de les transformer, les vérifier, les publier. Bien que les données ne soient pas d'une valeur immédiate pour le scientifique, ou qu'elles aient une importance secondaire pour la recherche en cours, elles pourraient être d'une grande valeur pour un autre organisme ou un autre scientifique.

Il faut mettre au point un système offrant au scientifique ou au gestionnaire qui rassemble des données la même reconnaissance pour l'utilisation des données que dans le cas de publications. Cette démarche est essentielle puisqu'une grande partie des données sont considérées comme propriété et ne sont pas utilisables parce que les publications techniques ou autres ne sont pas terminées. Cette situation peut retarder longtemps la publication des données et mettre en question la valeur des interrogations en temps réel d'un SIG. Le système de reconnaissance pourrait être tel que plus il y a d'utilisateurs des données, plus celles-ci acquièrent de la valeur au point d'atteindre la valeur d'une publication primaire. Les scientifiques seraient ainsi encouragés à traiter leurs données et à les rendre disponibles plus tôt.

Le SIG dont on fait l'acquisition n'a pas d'importance du moment qu'il satisfait aux besoins du gestionnaire et de l'utilisateur final quant à la présentation et à la manipulation des données et des cartes. Cependant, quel que soit le système utilisé, l'organisme/ministère doit affecter suffisamment de ressources (financières et humaines) à son fonctionnement pour en assurer l'efficacité. Ces ressources sont essentielles, le système ne pouvant être exploité de la même façon qu'un traitement de textes ou un système de comptabilité. Il demande beaucoup de temps et de main-d'oeuvre, mais, en fin de compte, l'économie de temps et la précision de l'analyse des données en justifient la dépense.

Conclusion

Les systèmes d'information géographique sont de plus en plus largement utilisés pour la gestion des ressources et des données. Un SIG peut servir, comme on l'a défini dans le projet pilote, à déterminer les effets des zones d'interdiction sur l'industrie de la pêche des mollusques (ou d'autres répercussions des activités de l'homme sur une autre industrie liée aux ressources). Il est cependant essentiel que l'infrastructure nécessaire pour la collecte et la dissémination de grandes quantités de données soit d'abord mise en place.

Remerciements

Nous remercions Albert Vromans de son aide pour le fonctionnement du CARIS et l'interface à base de menus, ainsi que Suzanne Brun pour la saisie des données.

Je tiens aussi à remercier les membres du SCPAH de m'avoir donné l'occasion d'utiliser le SIG de la Région du Golfe et de m'avoir transmis leurs nombreux commentaires rédactionnels et autres, au cours de la préparation du présent manuscrit.

Références

R.F. Addison and Steward, J.E., 1989. Domoic Acid and the eastern Canadian molluscan shellfish industry. Aquaculture, 77:263-269.

Environment Canada. 1988. Molluscan Shellfish Growing Water Classification Index for Prince Edward Island.

Sephton, T.W. and C.F. Bryan, (1989), Changes in the Abundace and Distribution of the American Oyster Population of the Dunk River Public Fishing Area of Bedeque Bay, Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1677:vi+21p.